

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CIBELE REGINA SCHNEIDER

**SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE
VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES**

Marechal Cândido Rondon - PR

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CIBELE REGINA SCHNEIDER

**SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE
VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientadora: Dra. Maximiliane Alavarse Zambom
Coorientadora: Dra. Mirna Adriane Syperreck

Marechal Cândido Rondon - PR

2018

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Schneider, Cibele Regina

Silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções / Cibele Regina Schneider; orientador(a), Maximiliane Alavarse Zambom; coorientador(a), Mirna Adriane Syperreck, 2018.

87 f.

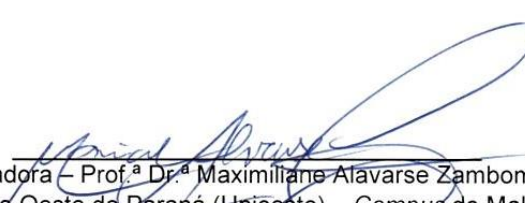
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2018.

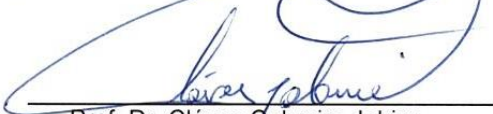
1. características microbiológicas. 2. perdas fermentativas. 3. digestibilidade in vitro. 4. fracionamento de proteínas e carbodiratos. I. Zambom, Maximiliane Alavarse . II. Syperreck, Mirna Adriane. III. Título.


CIBELE REGINA SCHNEIDER

Silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de *Mestra em Zootecnia*, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, Linha de Pesquisa “Produção e Nutrição de Ruminantes/Forragicultura”, APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:


Orientadora – Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) – Campus de Mal. Cândido Rondon


Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim
Universidade Estadual de Maringá (UEM)


Prof.^a Dr.^a Sandra Galbeiro
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Marechal Cândido Rondon, 09 de março de 2018.

Aos meus pais, Nilso Luiz Schneider e Mariley Schneider, por todo apoio e incentivo nesta caminhada. Ao meu irmão, Fernando Luiz Schneider, e aos meus avós Gelci Paulo Pozzebon, Maria Rita Pozzebon, Amélia Wagner Schneider e Élio José Schneider.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos todos os dias, me iluminando e me abençoando em cada etapa da vida.

À Unioeste e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de aprofundar meus conhecimentos.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Maximiliane Alavarse Zambom e coorientadora, Mirna Adriane Syperreck, pelos ensinamentos e pela ajuda em momentos difíceis.

Aos meus pais, por sempre me apoiar, incentivar e estarem presentes em todas as etapas da minha vida, e por serem sempre meu alicerce para enfrentar as dificuldades diárias.

Ao meu irmão, por toda ajuda e paciência.

Ao meu namorado, Douglas Galhardo, por toda a ajuda, carinho, compreensão e amor, além da convivência diária.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e incentivos à pesquisa.

À CAPES (PROCAD nº 88881.068464/2014-01), pelo financiamento do projeto.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa, Dra. Mirna Adriane Syperreck, Prof.^a Dra. Marcela Abbado Neres e Prof.^a Dra. Sandra Galbeiro e Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim, pelas contribuições dadas ao trabalho.

Aos colegas do grupo Qualhada®, por toda ajuda na execução do experimento, pelas madrugadas vividas nos laboratórios de Microbiologia e Nutrição Animal. Agradeço ao grupo por todo companheirismo e amizade de anos, estarão sempre em meu coração, em especial aos meus amigos André Sanches de Ávila, Andressa Faccenda, Caroline Werle, Everline Eckstein, Jéssica Garcias e Luana Muxfeldt.

Aos amigos que a Pós-Graduação me proporcionou, Mariana Barbizan, Matheus Leonardi Damasceno, Jessica Damasceno e Ewerton de Souza Tanaka.

A minha vizinha e amiga, Sandra Mara Ströher, pelos conselhos e apoio nos momentos de dificuldade.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação, Paulo Morsch, por ser um profissional tão prestativo, eficiente e atencioso.

Aos funcionários da fazenda experimental, Emerson, Lidiane, Valdir e Ernesto.

A todos que de alguma forma prestaram ajuda durante o mestrado.

RESUMO

Realizou-se um estudo para avaliar o perfil fermentativo e as características microbiológicas da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento. Os tratamentos avaliados foram as proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca. As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 1, 3, 7, 15, 30 e 60 dias de armazenamento. As silagens com maiores proporções de coproduto de vitivinicultura obtiveram maiores teores de matéria seca, nitrogênio amoniacal e capacidade tampão. As bactérias ácido-láticas apresentaram população adequada para a fermentação das silagens. As enterobactérias e as leveduras obtiveram valores baixos em todas as silagens e tempos. Houve aumento nas perdas por efluentes e por gases ao longo do período armazenado. O aumento das proporções do coproduto de vitivinicultura apresentou-se eficiente em função de elevar os teores de matéria seca e de carboidratos solúveis, e reduzir as perdas por efluentes e gases. Todas as silagens apresentaram-se de boa qualidade para os parâmetros microbiológicos, pH e temperatura até os 60 dias de armazenamento. Em outro estudo, avaliou-se os parâmetros microbiológicos e a estabilidade aeróbia destas silagens. Os tratamentos avaliados foram os mesmos do estudo anterior, com avaliações aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. A medida em que aumentou as proporções do coproduto de vitivinicultura, elevou-se os teores de nitrogênio amoniacal e da recuperação da matéria seca, reduzindo as perdas por efluentes e gases. A presença de enterobactérias e leveduras foram baixas e as bactérias ácido-láticas e *Clostridium* spp. reduziram ao longo do tempo. Somente a silagem de coproduto de vitivinicultura se manteve estável ao longo do tempo. Os parâmetros microbiológicos das silagens foram satisfatórios devido a redução dos microrganismos indesejáveis. O coproduto de vitivinicultura aumenta a estabilidade das silagens, até 120 dias de armazenamento, além de reduzir as perdas por efluentes e gases. Outro objetivo foi avaliar a composição químico-bromatológica, a digestibilidade *in vitro* e o fracionamento de proteínas e carboidratos. Os tratamentos e os tempos de abertura dos silos foram os mesmos do estudo anterior. Os teores de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, proteína bruta, extrato etéreo e lignina, elevaram-se nas maiores proporções de coproduto de vitivinicultura. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e da parede celular, os carboidratos não-fibrosos, carboidratos totais e carboidratos solúveis foram maiores na silagem de fécula de mandioca. A fração A da proteína foi maior para a silagem com 50% de cada coproduto, as frações B₁ e C aumentaram com o tempo, a fração B₃ obteve maior teor para a

fécula de mandioca e a B₂ para o coproduto de uva. A fração A+B₁ dos carboidratos foi maior para a fécula de mandioca, a fração B₂ aumentou e a fração C reduziu com o tempo. A substituição do coproduto de fécula de mandioca pelo resíduo de vitivinicultura elevou a concentração dos nutrientes, porém, reduziu a digestibilidade.

Palavras-chave: características microbiológicas, composição químico-bromatológica, digestibilidade, estabilidade aeróbia, fracionamento, perdas fermentativas

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the fermentation profile and the microbiological characteristics of silage from coproduct of starch from cassava and vitiviniculture in different proportions and times of storage. The evaluated treatments were the proportions (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) of wine production in silage of manioc starch co-product. The silages were evaluated at the time of silage and at 1, 3, 7, 15, 30 and 60 days of storage. The silages with higher proportions of vitiviniculture co-product obtained higher contents of dry matter, ammoniacal nitrogen and buffer capacity. Acid-lactic bacteria presented adequate population for the fermentation of the silages. Enterobacteria and yeasts obtained low values in all silages and times. There was an increase in effluent and gas losses over the storage period. The increase in the proportions of the wine production co-product was efficient due to the increase of the dry matter and soluble carbohydrates contents and to reduce losses due to effluents and gases. All silages were of good quality for microbiological parameters, pH and temperature up to 60 days of storage. In another study, the microbiological parameters and the aerobic stability of these silages were evaluated. The treatments evaluated were the same as in the previous study, with evaluations at 0, 30, 60, 90 and 120 days of storage. As the proportions of the wine-growing co-product increased, the levels of ammoniacal nitrogen and dry matter recovery increased and effluent and gas losses were reduced. The presence of enterobacteria and yeasts were low and the lactic acid bacteria and *Clostridium* spp. reduced over time. Only the silage from wine production co-products remained stable over time. The microbiological parameters of the silages were satisfactory due to the reduction of the undesirable microorganisms. The viticulture co-product increases silage stability, up to 120 days of storage, and reduces effluent and gas losses. Another objective was to evaluate the chemical-bromatological composition, the in vitro digestibility and the fractionation of proteins and carbohydrates. The treatments and opening times of the silos were the same as in the previous study. The content of dry matter, organic matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude protein, ethereal extract and lignin, increased in the highest proportions of wine production coproducts. The in vitro digestibility of dry matter, organic matter, crude protein and cell wall, non-fibrous carbohydrates, total carbohydrates and soluble carbohydrates were higher in manioc starch silage. The fraction A of the protein was higher for the silage with 50% of each co-product, the fractions B₁ and C increased with time, the fraction B₃ obtained higher content for the cassava starch and B₂ for the co-product of grape. The A + B₁ fraction of carbohydrates was higher for manioc starch, fraction B₂ increased and fraction C decreased with time. The substitution of the manioc starch

coproduct for wine - growing residue increased the concentration of nutrients, but reduced digestibility.

Keywords: microbiological characteristics, chemical-bromatological composition, digestibility, aerobic stability, dispensing, fermentation losses

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
	2.1 A cultura da Mandioca.....	12
	2.2 Coprodutos do Processamento da Mandioca.....	12
	2.3 Utilização de resíduos da mandioca na alimentação de ruminantes.....	13
	2.4 A cultura da Uva.....	14
	2.5 Resíduos do Processamento da Uva.....	15
	2.6 Coproduto da uva na alimentação de ruminantes.....	17
	2.7 Processo de ensilagem.....	17
	REFERÊNCIAS.....	20
3	PERFIL FERMENTATIVO E CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	24
	3.1 Introdução.....	26
	3.2 Material e Métodos.....	27
	3.3 Resultados e Discussão.....	31
	3.4 Conclusão.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41
4	PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS E ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	44
	4.1 Introdução.....	46
	4.2 Material e Métodos.....	47
	4.3 Resultados e Discussão.....	49
	4.4 Conclusão.....	58
	REFERÊNCIAS.....	59
5	SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO.....	61
	5.1 Introdução.....	63
	5.2 Material e Métodos.....	64
	5.3 Resultados e Discussão.....	68
	5.4 Conclusão.....	80
	REFERÊNCIAS.....	81
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o 4º maior produtor mundial de leite com uma produção de 33,6 bilhões de litros em 2016 (IBGE, 2017). Para manter uma atividade de grande importância na produção de alimentos deve-se levar em consideração os custos de produção.

Dentre os fatores que mais encarecem a atividade leiteira, destaca-se a alimentação, a qual pode corresponder a 70% dos custos de produção. Buscando reduzir esses valores, vem utilizando-se algumas alternativas alimentares como, a utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de ruminantes.

Os resíduos agroindustriais podem ser utilizados com adição ou substituição de determinados alimentos, pois apresentam valor nutricional semelhante aos alimentos tradicionais. Estes resíduos geralmente são descartados das indústrias e podem ser uma alternativa de baixo custo na alimentação (CHAVES et al., 2014). Além de ser um alimento viável economicamente e nutricionalmente pode-se tornar um fator de redução de impacto ambiental, pois quando este não tem mais utilidade para as indústrias deve ser descartado de modo a evitar contaminações ambientais.

Dentre os resíduos agroindustriais que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes estão o coproduto de fécula de mandioca e de vitivinicultura. Ambos são aceitos pelos animais devido a sua palatabilidade e seus compostos nutricionais.

O coproduto de fécula de mandioca também conhecido como resíduo de mandioca ou massa de mandioca é resultante do processo de extração do amido da mandioca. A fécula de mandioca é rica em fibras, porém apresenta elevado teor de umidade, em média 85% (JASKO et al., 2011) o que exige métodos de conservação para aumentar o teor de matéria seca. Em regiões produtoras de mandioca a disponibilidade deste resíduo torna-se abundante, tornando-se de baixo custo e fácil aquisição, podendo ser utilizado como alimento alternativo na alimentação de ruminantes (FERNANDES et al., 2016; ZAMBOM et al., 2015; ZAMBOM et al., 2014; GONÇALVES et al., 2014).

O coproduto de vitivinicultura (*Vitis vinicola*) mais conhecido como bagaço ou resíduo de uva é composto do bagaço e de sementes. Possui elevados valores nutricionais, como os teores de proteína e fibras, em média 13% e 49%, respectivamente (GARCÍA-LOMILLO et al., 2014). Além disso, apresenta em média 33,7% de matéria seca (SANTOS et al., 2014), podendo chegar a 45% (MOLINA-ALCAIDE et al., 2008), dependendo da variedade e processamento da uva. O coproduto da uva na forma *in natura* apresenta pH médio de 4,11 (SANTOS et al., 2014) o que favorece a proliferação de bactérias ácido lácticas, desejáveis para que ocorra a

fermentação láctica, reduzindo o crescimento dos microrganismos do gênero *Clostridium*, além das enterobactérias, fungos e leveduras que acarretam na deterioração das silagens (McDONALD et al., 1991).

Estudos vêm sendo realizados com esses coprodutos na forma de ensilagem, visando caracterizar o valor nutricional e o aproveitamento dos nutrientes pelos ruminantes (FERNANDES et al., 2015; GONÇALVES et al., 2015; MACIEL, 2012). Além do aproveitamento de coprodutos que poderiam ser descartados de modo incorreto no meio ambiente, esses podem reduzir os custos na alimentação de ruminantes. Outro fator importante é a utilização de ambos os coprodutos ensilados em diferentes proporções, visando obter resultado de qual o melhor percentual de cada para obter uma silagem de melhor qualidade e por quanto tempo este material pode permanecer ensilado sem afetar suas características nutricionais, como o teor de matéria seca, o pH, a temperatura, a estabilidade aeróbia, a população microbiana, a composição químico-bromatológica e a sua digestibilidade. Diante disso, o objetivo desse estudo foi avaliar as características da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) originou na América do Sul onde as condições climáticas são favoráveis para desenvolver-se, com o passar dos anos começou a ser cultivada nos diferentes países do mundo. O continente africano é o maior produtor mundial de mandioca, com destaque para a Nigéria que produziu 55 milhões de toneladas no ano de 2014, representando 20% da produção mundial. Em segundo lugar no ranking mundial está o continente asiático, onde a Tailândia e a Indonésia que embora possuem menor produção, destacam-se pelos avanços tecnológicos na industrialização da mandioca, sendo a Tailândia a maior produtora de fécula de mandioca. Na América do Sul, os principais países produtores de mandioca são o Brasil, Paraguai e Colômbia (SEAB & DERAL, 2016).

Em 2016 o Brasil produziu 22.415 milhões de toneladas, sendo que o Paraná produziu apenas 3.717 milhões de toneladas, equivalente a 16,5% da produção nacional. A região Norte obteve maior produção, correspondendo a 37,3% da produção do país, seguido na região Nordeste (24,4%), Sul (23,1%), Sudeste (10,0%) e Centro-Oeste (5,2%). O Paraná é o segundo maior produtor de mandioca no país mas, é o maior produtor de fécula, já que 520.000 (68,8%) toneladas foram destinadas a produção de fécula (SEAB & DERAL, 2016).

2.2 Coprodutos do Processamento da Mandioca

Parte da produção de mandioca é utilizada para o consumo *in natura*, e o restante é processado nas indústrias. Quando destinadas ao processamento podem ser gerados vários subprodutos, os quais podem variar sua qualidade de acordo com a idade da planta, o tipo de solo, o clima e as regulagens dos equipamentos industriais (CARVALHO, 2005), e podem gerar grandes quantidades de resíduos líquidos e sólidos.

Dentre os subprodutos obtidos da mandioca destacam-se as cascas, ricas em fibras e são obtidas do descascamento das raízes (ARAUJO; LOPES, 2008), o bagaço ou massa de fécula que é obtida por meio da extração do amido da mandioca, contendo fibras das raízes e a parte do amido que não foi extraído no processamento (RODRIGUES et al., 2011), o farelo de farinha de mesa é resultante da fabricação de farinha, já a farinha de varredura ou resíduo de farinha são obtidas por meio da limpeza das farinheiras, na qual não podem ser utilizadas no consumo humano, pois são farinhas sujas. (MARQUES; CALDAS, 2002).

O coproduto de fécula de mandioca, conhecido também por resíduo ou massa de fecularia, ou resíduo da extração do amido da mandioca é obtido através da prensagem das raízes da mandioca por via úmida para a extração do amido. Quando chega na indústria, a mandioca passa pelos processamentos de lavagem, retirada das cascas, moagem e em seguida o material vai para tanques que contem agitadores e peneiras para extrair o amido, onde ocorre a separação da água do alimento denominada de “leite de fécula”, que passa pelo processo de decantação para separar o amido, por último são realizadas as etapas de secagem e moagem (SEBRAE, 2008).

Alguns subprodutos podem ser utilizados na alimentação animal, como a massa de fécula e o farelo de mandioca, os quais possuem valores nutricionais adequados para serem utilizados como uma alternativa de suplementação ou substituição de alguns alimentos tradicionais, visando reduzir os custos da produção animal. O coproduto de fécula de mandioca é rico em fibras, porém possui elevado teor de umidade, em média de 85% (JASKO et al., 2011), necessitando de tecnologias para sua conservação, seja a secagem ou a ensilagem.

2.3 Utilização de resíduos da mandioca na alimentação de ruminantes

A utilização de resíduos da mandioca na alimentação animal vêm sendo explorada no decorrer dos anos, visando a redução dos custos de produção, uma vez que a alimentação é o que mais a encarece. Outra vantagem de utilizar esses resíduos é dar um destino adequado sem prejudicar o meio ambiente.

Quando empregados na alimentação de ruminantes podem ser utilizados como substituição parcial ou total de alguns alimentos tradicionais, ou como inclusão nas dietas. Estudos estão sendo realizados com a utilização da raspa, da rama, do terço superior e da massa de mandioca, buscando obter resultados da qualidade dos mesmos para serem fornecidos aos animais, avaliando diferentes variedades, pontos de colheita, tipo de processamento e qual o melhor método de conservação, tais como a secagem ou ensilagem do alimento (CARVALHO, 2005).

Ao avaliar o valor nutritivo de coprodutos de mandioca, como a casca de mandioca, a farinha de varredura, a massa de mandioca e a silagem do terço superior da rama de mandioca, Ferreira et al. (2008) constataram que todos estes coprodutos apresentam valor nutricional adequado para serem ofertados na alimentação de ruminantes, destacando os elevados teores de proteína bruta da silagem do terço superior da rama de mandioca.

Outros autores relatam que a silagem do terço superior da rama de mandioca possui bom valor nutricional, com elevados percentuais de proteína bruta, além de moderados valores de fibra em detergente neutro (FDN), baixas concentração de taninos e alto teor de lignina (MODESTO et al., 2004).

Estudos vêm demonstrando o potencial da utilização do coproduto de fécula de mandioca seca na dieta dos animais. Fernandes et al. (2015) constataram que ao fornecer este coproduto seco para vacas em lactação, pode utilizá-lo até 75% em substituição do milho, não afetando o consumo e a produção de leite.

Ao avaliarem a composição químico-bromatológica da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca, Gonçalves et al. (2014) constataram que ao fazer uma pré-secagem deste alimento, com exposição ao sol por apenas 3 horas, aumenta o teor de MS favorecendo a ensilagem, porém reduz os teores de FDN, hemicelulose e proteína bruta ao longo do tempo de armazenamento. Autores relatam que a silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na dieta de vacas leiteiras reduz o consumo de MS, mas não afetam a digestibilidade da MS dos nutrientes, a eficiência de produção, a composição do leite e os parâmetros sanguíneos (ZAMBOM et al., 2015). Portanto a recomendação da inclusão do bagaço de mandioca deve ser até 15% da dieta total, mesmo havendo redução dos constituintes químico-bromatológicos ficou demonstrado que não ocorreu distúrbios nutricionais ou fisiológicos (LIMA et al., 2008).

De acordo com as pesquisas realizadas sobre o coproduto de fécula de mandioca, esse apresenta potencial para ser explorado na alimentação animal, porém necessita-se mais de estudos sobre seu comportamento durante o período ensilado e no fornecimento aos ruminantes.

2.4 A cultura da Uva

Em 1532 foram introduzidas as primeiras videiras no Brasil de origem europeia vindo com a chegada dos colonizadores portugueses na capitania de São Vicente, conhecida hoje como o estado de São Paulo. Até o século XIX as variedades de uvas eram procedentes apenas de Portugal e Espanha. A partir do século XX a viticultura foi se expandindo por outros estados do país com diversas variedades vindas de outros países. A produção de uva no Paraná iniciou-se no século XIX com as variedades vindas do estado de São Paulo (BOTELHO; PIRES, 2009).

Alguns empecilhos são comumente observados na viticultura no estado do Paraná, dentre eles estão o clima e as temperaturas. A primeira, torna-se preocupante pelo fato de que a distribuição de chuvas é abundante em todo o estado na época da maturação e colheita. A

segunda é devido ao frio que se intensifica da região norte para a sul, com fortes geadas no inverno, limitando a produção (BOTELHO; PIRES, 2009).

No ano de 2015 a produção de uvas no Brasil foi de 1.499.353 toneladas (MELLO, 2015). Os maiores produtores do país foram os estados do Rio Grande do Sul (876.286 toneladas ano⁻¹), Pernambuco (237.367 toneladas ano⁻¹), São Paulo (142.063 toneladas ano⁻¹) e Paraná (80.000 toneladas ano⁻¹) (MELLO, 2015). A produção de uvas destinadas ao processamento (vinho, suco e derivados) representou 52,12% do total produzido, restando 47,88% para o consumo *in natura* (MELLO, 2015). Após serem processadas, 20% das uvas são transformadas em bagaço (LARRAURI et al., 1996). Quando designadas a produção de vinho as uvas são esmagadas e fermentadas com a adição de leveduras naturais, sendo que estas consomem os carboidratos solúveis presentes nas uvas e os convertem em álcool.

A composição e valor nutricional da produção vinícola distingue-se de acordo com as variedades da uva, os sistemas de cultivo e manejo empregados (CAMARGO et al., 2011), a adubação e fertilidade do solo, as condições ambientais e climáticas na fase de maturação e colheita, além dos tipos de leveduras utilizados para a fermentação (PEREIRA; RIBEIRO, 2008).

2.5 Resíduos do Processamento da Uva

Ferrari (2010) conceitua resíduo como o material a ser descartado, seja de forma individual ou coletiva, através da ação humana ou animal. O mesmo conceitua resíduos da industrialização de uvas, como os restos gerados do processamento, podendo ser sólido ou líquido. Dentre estes resíduos podemos citar o engaço, o bagaço e as sementes, os quais podem despertar interesses econômicos para as indústrias.

O engaço é constituído pela armação do cacho, o qual suporta o fruto, representando 3% a 7% do peso total do cacho de uva. O problema do engaço é que ele possui elevados teores de taninos, o que pode prejudicar os vinhos quando forem incorporados, por isso deve-se retirar o engaço das uvas antes de iniciar o processo de fermentação (CATULAÑA, 1991). O bagaço, considerado como coproduto, é composto por películas, sementes e a polpa da uva que não foram retiradas na prensagem, e equivalem entre 18 e 20% do peso da matéria-prima (SPANGHERO et al., 2009).

Nas indústrias vinícolas, o processo para a obtenção do bagaço ocorre através da colheita da uva no campo, recepção, classificação, desengace, esmagamento, fermentação tumultuosa e

descuba (Figura 1). Após a realização destas etapas, segue-se o processamento para a obtenção do vinho através da fermentação, maturação, filtração e engarrafamento.

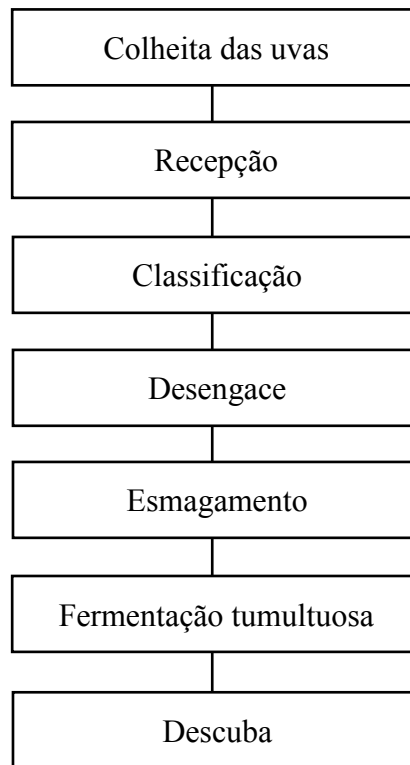


Figura 1. Fluxograma para obtenção do bagaço de uva em vinícolas.

Fonte: AUTORA.

Quando as uvas são colhidas, elas são transportadas até um local fresco, onde são classificadas de acordo com a maturação e qualidade. Em seguida, ocorre o desengace para a retirada dos cachos, os quais são descartados e apenas as uvas vão para a prensa, onde serão esmagadas com o intuito de romper a casca e liberar o suco para ser fermentado. Nesta etapa de fermentação ocorre a transformação do açúcar em álcool em tonéis de aço inoxidável com temperatura entre 25°C a 30°C durante dois a cinco dias. Após este período ocorre o processo de descuba, ou seja, a retirada do bagaço. Esse bagaço, composto de cascas e sementes, deve ter destino adequado de modo que não acarrete em impactos ambientais. (FERRARI, 2010).

Geralmente, os resíduos não geram interesse econômico para as indústrias, porém os coprodutos da uva, como o bagaço e as sementes, possuem potencial para serem utilizados como matérias-primas para outras atividades, como a compostagem para utilização agrícola e sua adição na alimentação animal, podendo gerar lucros para as empresas reduzindo custos na lavoura e na pecuária (FERRARI, 2010).

2.6 Coproduto da uva na alimentação de ruminantes

Coprodutos obtidos do processamento da uva, como o bagaço podem ser utilizados como alternativa na alimentação de ruminantes, visando a redução dos custos de produção. O teor de matéria seca do bagaço varia de acordo com a variedade e o processamento da uva, porém de modo geral, alguns autores relatam obter valores de 45% (MOLINA-ALCAIDE et al., 2008), 41,1% (GUERRA RIVAS, 2015), 34,84% (BASALAN et al., 2011), demonstrando potencial para ser ensilado devido ao seu elevado teor de matéria seca, podendo ser utilizado como um alimento alternativo na dieta de ruminantes, suprimindo a escassez de alimentos ocasionados pelas condições climáticas em determinadas épocas do ano (BASALAN et al., 2011).

Outra característica relevante do coproduto de uva é o seu elevado teor de proteína bruta (PB), alguns autores relatam valores de 12,80% (BAHRAMI et al., 2010), 20,58% (SANTOS et al., 2014) e 21,48% (OLIVO et al., 2017).

Além disso, o coproduto de vitivinicultura pode ser incluso na fração fibrosa da dieta dos ruminantes devido aos seus elevados teores de fibras (MAKRIS et al., 2007). Estudos relatam valores médios de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de 58,35% e 43,14% (SANTOS et al., 2014), 50,7% e 36,5% (BAUMGÄRTEL et al., 2007), 65,19% e 55,49% (OLIVO et al., 2017), 58,0% e 52,60% (ZALIKARENAB et al., 2007), respectivamente.

Com relação aos teores de lignina, as pesquisas indicam uma média de 26,7% (BAUMGÄRTEL et al., 2007) e 22% (BARROSO et al., 2006). Spanghero et al. (2009) ao avaliarem a composição química da semente e bagaço de uva, observaram média 43,7% e 24,2% de lignina nas sementes e no bagaço, respectivamente. Correddu et al. (2015) em estudo com suplementação de semente de uva na alimentação de ovinos leiteiros, relataram valores semelhantes, em média de 41% de lignina nas sementes de uva.

2.7 Processo de ensilagem

A ensilagem é uma prática eficiente de armazenamento e conservação (SOUZA et al., 2012) de alimentos, visando minimizar as perdas e obter uma reserva de alimentos para a época da seca. Ao realizar este processo, o ideal é que as plantas forrageiras ou os subprodutos agroindustriais a serem utilizados possuam teor de matéria seca (MS) em torno de 30% a 35%, carboidratos solúveis de 8% a 12%, pH entre 3,8 e 4,2 e baixo poder tampão (McDONALD et al., 1991).

O processo de fermentação do material ensilado passa por 4 fases conhecidas como: fase aeróbica, a qual ocorre rápida redução da presença de oxigênio a fim de evitar a perda excessiva de matéria seca na forma de carboidratos ricos em energia; “Lag fase” e fase de fermentação, onde consiste na ausência de O_2 , com predominância das bactérias ácido-láticas heterofermentativas que consomem os carboidratos solúveis para produzir ácido lático e acético, que irão reduzir o pH de 6,0 para cerca de 4,8 e em seguida, ocorre predomínio das bactérias ácido-láticas homofermentativas que transformam carboidratos solúveis em ácido lático, reduzindo rapidamente o pH. Por último, a fase de estabilização que se prolonga até a abertura do silo, mantendo o pH entre 3,8 e 4,2 e inibindo a proliferação de microrganismos indesejáveis a fim de preservar a qualidade da silagem (GONÇALVES, 2011).

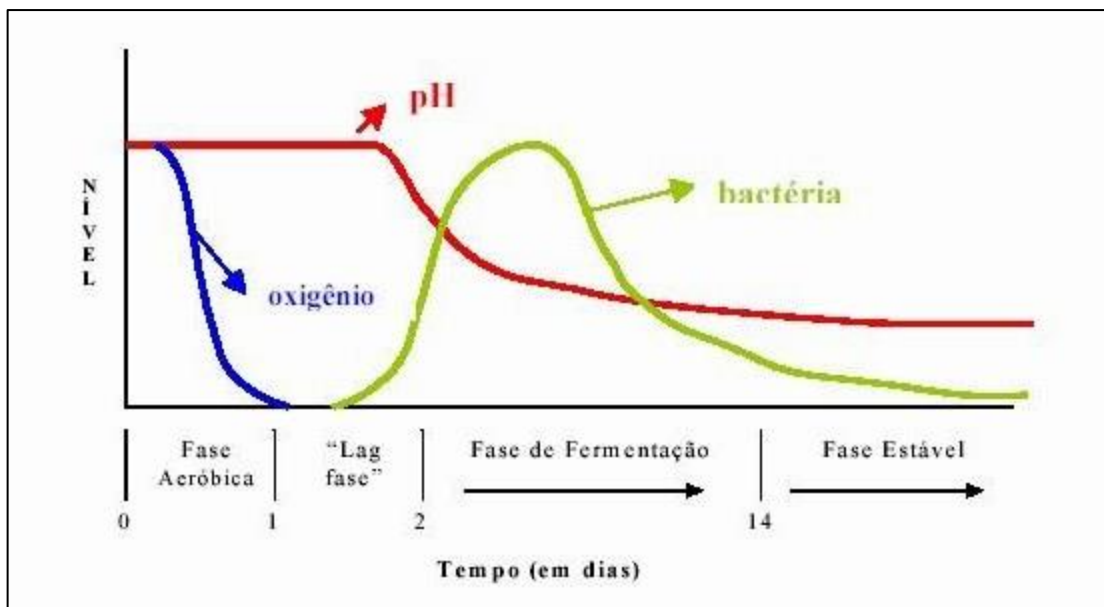


Figura 1. Fases da fermentação durante o processo de ensilagem

Fonte: Guim (2002) adaptado de Pitt & Sniffen (1985)

O coproduto de fecularia de mandioca possui elevados teores de umidade, segundo Rotz e Muck (1994), baixo teor de MS pode acarretar em aumento nas perdas por efluentes, carreando nutrientes e compostos fundamentais para a fermentação e consequentemente reduzindo a qualidade das silagens e o consumo pelos animais.

Alimentos com baixos teores de MS favorecem o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, elas podem ser divididas em sacarolíticas (*Clostridium butyricum*), consumindo açúcares e ácido lático, produzindo ácido butírico; proteolíticas (*Clostridium sporogenes*) que degradam aminoácidos e geram como produto final amônia e aminas e as sácaro-proteolíticas (*Clostridium perfringens*) que promovem o aumento da proteólise e consequentemente o nitrogênio amoniacal, reduzindo o valor nutricional das silagens (SANTOS et al., 2012).

De acordo com McDonald et al. (1991), os microrganismos do gênero *Clostridium* consomem açúcares e ácido láctico e geram como produto final da fermentação, ácido butírico, etanol e CO₂, com elevada proliferação em alimentos que contenham teor de umidade acima de 72% e pH de 5,5.

Outro fator importante no processo fermentativo, é a rápida estabilização do pH. Para que isso ocorra, é necessário que o material ensilado contenha quantidade adequada de carboidratos solúveis, favorecendo a proliferação dos microrganismos do gênero *Lactobacillus*, os quais produzem ácido láctico (GUIM, 2002). Porém as silagens com elevados teores de umidade demoram para se estabilizarem, permitindo o desenvolvimento de bactérias indesejáveis que consomem os carboidratos solúveis e os convertem em ácidos orgânicos de baixo poder ionizante, retardando a estabilização do pH em valores entre 3,6 e 4,2 e conseqüentemente reduzem a fermentação láctica (NUSSIO et al., 2001).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.S.P.; LOPES, C.A. **Produção de Farinha de Mandioca na Agricultura Familiar**. Niteroi, RJ: Programa Rio Rural, 15p. 2008. (Programa Rio Rural. Manual Técnico, 13).
- BAHRAMI, Y.; FOROOZANDEH, A.D.; ZAMANI, F. et al. Effect of diet with varying levels of dried grape pomace on dry matter digestibility and growth performance of male lambs. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v.6, n.1, p.605-610, 2010.
- BARROSO, D.D.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, D.S. et al. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.767-773, 2006.
- BASALAN, M.; GUNGOR, T.; OWENS, F.N. et al. Nutrient content and in vitro digestibility of Turkish grape pomaces. **Animal Feed Science and Technology**, v.169, n.3, p.194–198, 2011.
- BAUMGÄRTEL, T.; KLUTH, H.; EPPERLEIN, K. et al. A note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. **Small Ruminant Research**, v.67, n.2, p.302-306, 2007.
- BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P. Viticultura como opção de desenvolvimento para os Campos Gerais. **ENCONTRO DE FRUTICULTURA DOS CAMPOS GERAIS**, v.2, p.1-16, 2009.
- CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na Viticultura Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. suppl., p. 144-149, 2011.
- CARVALHO, J.O.M. **Subprodutos da mandioca – composição dos resíduos sólidos**. EMBRAPA, 2005.
- CATALUÑA, E.V. **As uvas e os vinhos**. 3.ed. São Paulo: Globo, 1991, 215 p.
- CHAVES, B.W.; STEFANELLO, F.S.; BURIN, A.P. et al. Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v.18, p.150-156, 2014.
- CORREDDU, F.; NUDDA, A.; BATTACONE, G. et al. Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. **Animal Feed science and technology**, v.199, p.61-72, 2015.
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Use of dried waste of cassava starch extraction for feeding lactating cows. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.87, n.2, p.1101-1111, 2015.
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Nutritional assessment of waste of cassava starch extraction dried in cattle feed. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, 2016.

- FERRARI, V. **A sustentabilidade da vitivinicultura através de seus próprios resíduos**. 2010. 27p. Bacharel (Ciências Econômicas) – Universidade de Caxias do Sul – Campus Universitário da Região dos vinhedos, Bento Gonçalves.
- FERREIRA, G.D.G.; OLIVEIRA, R.L.; CARDOSO, E.D.C. et al. Valor nutritivo de coprodutos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.4, 2008.
- GARCÍA-LOMILLO, J.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M.L.; DEL PINO-GARCÍA, R. et al. Antioxidant and antimicrobial properties of wine byproducts and their potential uses in the food industry. **Journal of agricultural and food chemistry**, v.62, n.52, p.12595-12602, 2014.
- GONÇALVES, J.A.G. **Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes**. 2011. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- GONÇALVES, J.A.G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, 2014.
- GONÇALVES, J.A.G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Silagem de resíduo da extração de amido da mandioca em substituição ao milho moído da ração para ovinos. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.16, n.4, p.839-849, 2015.
- GUERRA RIVAS, C.M. **Empleo de orujo de uva en la alimentación del ganado ovino**. 2015. 241p. Tesis (Doctorado en Investigación en Ingeniería para el Desarrollo Agroforestal) - Universidad de Valladolid, Campus de Palencia – Valladolid, Espanha.
- GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. *In*: SIMPÓSIO PRODUÇÃO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal**. [2017]. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2016>>. Acesso em 03/12/2017.
- JASKO, A.C.; ANDRADE, J.; CAMPOS, P.F. et al. Caracterização físico-química de bagaço de mandioca *in natura* e após tratamento hidrolítico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.5, p.427-441, 2011.
- LARRAURI, J.A.; RUPEREZ, P.; SAURA CALIXTO, F. Antioxidant activity of wine pomace. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.47, n.4, p.369-372, 1996.
- LIMA, L.P.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.L.P. et al. Bagaço de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) na dieta de vacas leiteiras: consumo de nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.1004-1010, 2008.
- MACIEL, M.B. **Níveis de inclusão de silagem de bagaço de uva na dieta de cordeiros em fase de terminação**. 2012. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

- MAKRIS, D.P.; BOSKOU, G.; ANDRIKOPOULOS, N.K. Polyphenolic content and in vitro antioxidant characteristics of wine industry and other agri-food solid waste extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.20, n.2, p.125-132, 2007.
- MARQUES, J.A.; CALDAS NETO, S.F. **Mandioca na alimentação animal: Parte Aérea e Raiz**. Campo Mourão – PR. CIES, 28p. 2002.
- MCDONALD, P.J; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage** (2Ed) Mallow Chalcombe Publications, ISBN 0948617225 1991. 340p.
- MELLO, L.M.R. Viticultura brasileira: panorama 2015. **Embrapa Uva e Vinho -Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)**, 2015. Disponível em: <<http://vitibrasil.cnpuv.embrapa.br>>. Acesso em: 07/12/2017.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.1, p.137-146, 2004.
- MOLINA-ALCAIDE, E.; MOUMEN, A.; MARTÍN-GARCÍA, I. By-products from viticulture and the wine industry: potential as sources of nutrients for ruminants. **Journal of the Science of Food and Agriculture** v.88, p.597–604, 2008.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C.; LIMA, M. M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: Luiz Gustavo Nussio; Maity Zopollato; José Carlos de Moura. (Org.). **Anais... 2º Workshop sobre milho para silagem**.1 ed. Piracicaba-SP: FEALQ, v.1, p.11-26, 2001.
- OLIVO, P.M.; SANTOS, G.T.D., ÍTAVO, L.C.V. et al. Assessing the nutritional value of agroindustrial co-products and feed through chemical composition, in vitro digestibility, and gas production technique. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.39, n.3, p.289-295, 2017.
- PEREIRA, A.C.; RIBEIRO, T. **A Qualidade na Produção Vinícola**. 2008. 63p. Monografia (Graduação em Administração) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília.
- PITT, R. E.; SNIFFEN, C. J. Silage Inoculants. **Agricultural Engineering Extension Bulletin**, v. 452, 1985.
- RODRIGUES, J.P.M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E.R. Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.12, p.2196-2202, 2011.
- ROTZ, C.A.; MUCK, E.M. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAREY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, p.828-868, 1994.
- SANTOS, E.M.; PINHO, R.M.A.; BEZERRA, H.F. Avaliação microbiológica de silagens. In SIMPÓSIO MARANHENSE DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES A PASTO. 2012, Chapadinha. **Anais...** Chapadinha, MA: SIMPRUPASTO, p.91-127, 2012.

- SANTOS, N.W.; SANTOS, G.T.D.; SILVA-KAZAMA, D.C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v.159, p.37-45, 2014.
- SEAB/DERAL - SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento e DERAL - Departamento de Economia Rural. **Mandioca- Análise da Conjuntura Agropecuária**. 2016. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Mandioca_2016_17.pdf>. Acesso em: 13/12/2017.
- SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Mandiocultura, Farinha e Fécula**, Relatório Completo, Estudos de Mercado Sebrae/ESPM, 2008.
- SOUZA, L.C.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.S. et al. Development of microorganisms during storage of wet rewey waste under aerobic and anaerobic conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.188-193, 2012.
- SPANGHERO, M.; SALEM, A.Z.M.; ROBINSON, P. H. Chemical composition, including secondary metabolites, and rumen fermentability of seeds and pulp of Californian (USA) and Italian grape pomaces. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, n.3, p.243-255, 2009.
- ZALIKARENAB, L.; PIRMOHAMMADI, R.; TEIMURIYANSARI, A. Chemical composition and digestibility of dried white and red grape pomace for ruminants. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.6, n.9, p.1107-1111, 2007.
- ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T.; POZZA, M.S.S. et al. Características da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca adicionada de níveis de ureia. **Archivos de zootecnia**, v.63, n.244, p.677-688, 2014.
- ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T.; SCHIMIDT, E.L. et al. Silage of residue from the extraction of cassava starch in diets from lactating holstein cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, 2015.

3 PERFIL FERMENTATIVO E CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DA SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Resumo: Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e as características microbiológicas da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento. Os tratamentos avaliados foram as proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca, sendo 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 1, 3, 7, 15, 30 e 60 dias após a ensilagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, seis tempos de armazenamento e quatro repetições, totalizando 120 silos experimentais. As silagens com maiores proporções de coproduto de vitivinicultura obtiveram maiores teores de MS, N-NH₃ e capacidade tampão, e menores de MO. Aos 15 dias de armazenamento, o aumento na proporção de coproduto de vitivinicultura elevou os teores de CHOS. As bactérias ácido-láticas apresentaram população adequada para a fermentação do material ensilado. As enterobactérias e as leveduras obtiveram valores baixos em todas as silagens e tempos, e a população de *Clostridium* spp. foi maior no 3º dia de armazenamento. Todas as silagens apresentaram pH ideal em todos os tempos de armazenamento. Constatou-se maiores temperaturas no momento da ensilagem e aos 30 dias de ensilagem. Houve aumento nas perdas por efluentes e por gases ao longo do período armazenado. O aumento das proporções do coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca apresentou-se eficiente em função de elevar os teores de matéria seca e de carboidratos solúveis, além de reduzir as perdas por efluentes e gases. Todas as silagens apresentaram-se de boa qualidade com relação aos parâmetros microbiológicos, pH e temperatura até os 60 dias de armazenamento.

Palavras-chave: bactérias ácido-láticas, enterobactérias, fermentação, população

3 FERMENTATIVE PROFILE AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SILAGE OF COPRODUCT OF STARCH FROM CASSAVA AND VITIVINICULTURE IN DIFFERENT PROPORTIONS AND TIMES OF STORAGE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the fermentation profile and the microbiological characteristics of silage from coproduct of starch from cassava and vitiviniculture in different proportions and times of storage. The evaluated treatments were the proportions of vitiviniculture coproduct in the silage of coproduct of starch from cassava, being 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. The silages were evaluated at the time of ensiling and at 1, 3, 7, 15, 30 and 60 days after ensiling. The experimental design was completely randomized with five treatments, six storage times and four replications, totaling 120 experimental silos. The silages with higher proportions of vitiviniculture coproducts obtained higher levels of DM, N-NH₃ and buffer capacity, and lower DM. At 15 days of storage, the increase in the proportion of vitiviniculture co-products increased CHOS levels. The acid-lactic bacteria presented a population adequate for the fermentation of the ensiled material. Enterobacteria and yeasts obtained low values in all silages and times, and the population of *Clostridium* spp. was greater on the 3rd day of storage. All silages presented optimum pH at all storage times. It was observed higher temperatures at the time of silage and at 30 days of silage. There was an increase in effluent and gas losses over the storage period. The increase in the proportions of the wine production co-product in cassava starch silage was efficient due to the increase of dry matter and soluble carbohydrate contents, as well as the reduction of effluent and gas losses. All silages were of good quality in relation to microbiological parameters, pH and temperature up to 60 days of storage.

Key words: lactic acid bacteria, enterobacteria, fermentation, population

3.1 Introdução

O coproduto de fecularia de mandioca, também conhecido como resíduo de fecularia, massa de mandioca ou resíduo da extração do amido da mandioca, é obtido através do processo de prensagem das raízes por via úmida para a extração do amido. A fécula de mandioca é rica em fibras, porém apresenta elevado teor de umidade, em média 85% (JASKO et al., 2011), o que o torna um alimento de difícil conservação. Em regiões produtoras de mandioca a disponibilidade deste resíduo torna-se abundante, podendo ser utilizado como alimento alternativo na alimentação de ruminantes (FERNANDES et al., 2016; ZAMBOM et al., 2015; ZAMBOM et al., 2014; GONÇALVES et al., 2014).

O coproduto de vitivinicultura, conhecido também como resíduo ou bagaço de uva obtido da prensagem de uvas em vinícolas, é composto por bagaço e sementes. Este coproduto pode ter alto custo para ser destinado de maneira adequada (CORREDDU et al., 2015), visando não acarretar danos ambientais. Apresenta em média 33,7% de matéria seca e pH em torno de 4,11 (SANTOS et al., 2014), inibindo ou reduzindo a ação de alguns microrganismos que deterioram esse alimento, como os gêneros *Clostridium* e as enterobactérias, além de fungos e leveduras.

Apesar do alto teor de umidade, o coproduto de vitivinicultura pode ser utilizado como alimento alternativo na alimentação animal em regiões com grande disponibilidade, desde que seja armazenado adequadamente, visando reduzir impactos ambientais, custos de produção e os efeitos da estacionalidade da produção de forragens (SANTOS, 2011).

Dentre as alternativas para conservar estes alimentos podemos citar a secagem e ensilagem. O processo de secagem de ambos os coprodutos pode ser inviável devido à necessidade de muita mão de obra, o que pode encarecer a conservação do coproduto. A ensilagem dos coprodutos vêm se tornando uma alternativa viável, podendo ser utilizados como aditivos de outros alimentos tradicionais, como a silagem de milho (SANTOS et al., 2014), milho moído (ZAMBOM et al., 2015) e ainda podem ser conservados por um maior tempo de armazenamento em anaerobiose, reduzindo a carga microbiana e mantendo sua qualidade.

Ao ensilar esses dois coprodutos podemos buscar a melhor proporção de ambos para reduzir a proliferação de microrganismos indesejáveis visando manter a qualidade das silagens, além de obter melhor pH e minimizar as perdas fermentativas, seja por gases ou por efluentes. Diante disso, objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e as características microbiológicas da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento.

3.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa e as análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de Microbiologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – Paraná.

O coproduto de fecularia de mandioca foi obtido de uma Indústria de fécula de mandioca localizada no município de Maripá – Paraná. O resíduo de vitivinicultura foi obtido de uma vinícola localizada no município de Toledo – Paraná, constituído de bagaço e semente, da variedade Cabernet Sauvignon.

Após o recebimento de ambos os resíduos, o material foi homogeneizado e armazenado em silos experimentais de acordo com os tratamentos. Os silos foram confeccionados de cano de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Na parte superior dos silos foi adaptada uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos. O peso médio do material ensilado em cada silo experimental foi de $\pm 2,76$ kg, com base na matéria natural.

Uma camada de 0,5 kg de areia autoclavada e seca foi colocada na parte inferior do silo separada por uma camada de tecido de algodão para escoamento de possíveis líquidos e para evitar contato da areia com a silagem. A compactação foi realizada com o auxílio de um bastão de madeira e as tampas foram lacradas com fita adesiva. Os silos experimentais foram armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas até o momento da abertura.

Os tratamentos avaliados (com base na matéria natural) foram: 0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca; 25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca; 50% silagem de coproduto de vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca; 75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca; 100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca.

As avaliações das silagens foram realizadas no momento da ensilagem e com 1, 3, 7, 15, 30 e 60 dias de ensilagem. Desse modo, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos, seis tempos de armazenamento e 4 repetições, totalizando 120 silos experimentais.

Na abertura dos silos experimentais, descartou-se uma camada de cinco centímetros do material ensilado na porção superior e inferior dos silos, o material central foi homogeneizado

e amostrado e posteriormente, encaminhado para os laboratórios de Nutrição Animal e de Microbiologia.

A determinação da produção de efluente foi realizada mediante diferença de pesagens do conjunto silo e areia, antes e depois da ensilagem, em relação a quantidade de matéria verde ensilada. Após ser retirada toda a forragem do silo experimental, pesou-se o conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido), subtraindo-se desse o peso do mesmo conjunto antes da ensilagem, efetuou-se também a estimativa da produção de efluente drenado para o fundo do mini silo, conforme a equação descrita por Schmidt (2006):

$$PE = \frac{(Pab - Pen)}{(MVfe)} \times 1000$$

Onde:

PE= Produção de efluente (kg/t de massa verde).

Pab= Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) da abertura (kg).

Pen= Peso do conjunto (mini silo + tampa + areia úmida + tecido) na ensilagem (kg).

MVfe= Massa verde de forragem ensilada (kg).

A perda por gases foi calculada pela diferença entre o peso bruto de matéria seca inicial e final dos silos, em relação à quantidade de matéria seca ensilada, descontando o peso do conjunto silo e areia seca, conforme a equação de Mari (2003):

$$PG = \frac{[(PSf - PSa)]}{MFf \times MSf} \times 100$$

Onde:

PG = perda de gases durante o armazenamento (% da MS inicial);

PSf = peso do silo na ensilagem;

PSa = peso do silo na abertura;

MFf = massa de forragem na ensilagem;

MSf = teor de MS da forragem na ensilagem.

O índice de recuperação de matéria seca foi estimado pela multiplicação da massa de forragem na abertura pelo teor de MS na abertura, sobre o valor obtido do cálculo da massa de forragem no fechamento multiplicada pelo teor de MS no fechamento dos silos experimentais, de acordo com o descrito por Jobim et al. (2007):

$$RMS = \frac{(Mfab \times MSab)}{(MFfe \times MSfe)} \times 100$$

Onde:

RMS = índice de recuperação de matéria seca;

MFab= massa de forragem na abertura dos silos experimentais;

MSab= teor de MS na abertura dos silos experimentais;

MFfe = massa de forragem no fechamento dos silos experimentais;

Msfe = teor de MS da forragem no fechamento dos silos experimentais.

Para as avaliações de matéria seca (MS) e de matéria mineral (MM) as amostras foram pré-secas em estufa com circulação de ar a 55 °C por 72 horas e moídas em moinho faca do Aqftr tipo Willey (STAR FT 60, FORTINOX) com peneira de crivos de 1 mm, para as posteriores análises, de acordo com a metodologia da AOAC (1990). O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado de acordo com a fórmula: $MO = 100 - \% MM$.

Para análise do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), 200 g de cada amostra foi prensada em prensa hidráulica (P15 ST, BOVENAU) para coleta do extrato, seguido de centrifugação e posteriormente foi coletado 2 mL do sobrenadante para a análises do N-NH₃ pelo método de destilação com hidróxido de potássio conforme Fenner (1965), adaptado por Vieira (1980).

No momento das aberturas dos silos foram realizadas as avaliações de temperatura e do potencial hidrogeniônico (pH). A temperatura foi mensurada com o auxílio de um termômetro do tipo espeto (INCOTERM 6132), e o pH foi mensurado com o auxílio de um peagâmetro digital (TE C-5, TECNAL), adicionando 100 mL de água destilada em 10 gramas de amostra, permanecendo em repouso por uma hora antes da leitura de acordo com a metodologia descrita por Cherney e Cherney (2003).

A capacidade tampão foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Playne & McDonald (1966). Realizou-se a maceração de aproximadamente 15 g do material antes de ensilar e em seguida foi diluída em 250 mL de água destilada. Então, efetuou-se a titulação para pH 3,0 com HCl (0,1 N) e, posteriormente, titulado com NaOH (0,1 N) para pH 6,0.

Os carboidratos solúveis (CHO's) foram determinados de acordo com a técnica de Dubois et al. (1956), utilizando glucose como padrão. Para a extração dos carboidratos solúveis foram pesados 200 mg de amostra moída para um frasco erlenmeyer de 250 mL e adicionado 200 mL de água destilada. Os frascos com as amostras em água foram colocados em incubadora com mesa de agitação orbital (MA420/E, MARCONI) à 200 rpm em temperatura ambiente durante uma hora para a solubilização dos açúcares.

Após a solubilização dos açúcares em água, o conteúdo foi filtrado em papel filtro quantitativo (640M, MACHEREY-NAGEL) de filtração rápida restando-se aproximadamente 50 mL do líquido filtrado. Posteriormente, foi colocada uma alíquota de 0,5 mL da solução em tubo de ensaio, adicionou-se 0,5 mL de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico, sendo este tubo

mantido imerso em banho de água e gelo durante 10 minutos. Após o resfriamento, foi feita leve agitação e em seguida a leitura em espectrofotômetro (UV-1800, SHIMADZU) a 490 nm.

A equação-padrão, relacionando a absorbância e a quantidade de carboidrato solúvel, foi obtida a partir das soluções contendo 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06 e 0,07 mL de glicose. Em seguida foram tomados de cada solução, em duplicata de 2 mL, para que se proceda à transferência para os tubos de ensaio e seguidos os mesmos passos para determinação dos carboidratos solúveis juntamente com as amostras.

Nas análises microbiológicas as populações microbianas foram determinadas a partir de técnicas de cultura de acordo com Silva et al. (1997). Adicionou-se 225 mL de água destilada estéril em 25 g de amostra mantendo em agitação. A partir desta solução foi pipetado 1 mL em sucessivas diluições de 10^{-1} a 10^{-5} , utilizando-se tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada estéril. Posteriormente a partir dos extratos diluídos realizou-se semeadura nas placas utilizando 0,1 mL de inóculo por placa semeadas em superfície e 1 mL para placas semeadas em profundidade.

Para a avaliação de fungos e leveduras as amostras foram semeadas em superfície em Batata Dextrose Ágar (BDA) em pH 3,5, acidificado com ácido tartárico 10% e adicionado pentabiótico para inibir o crescimento de bactérias (BRACKETT; SPLITTSTOESSER, 1992). As placas foram incubadas em $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 7 dias. Os microrganismos isolados foram identificados quanto ao gênero pelas características microscópicas, através da esporulação das colônias de fungos, realizando o preparo das lâminas para observação em microscópio (ZEISS – PRIMO STAR).

Para a contagem de enterobactérias, amostras foram semeadas em profundidade em placas com Violet Red Bile Agar (VRB) e mantidas sob incubação a 35°C por 24 horas. Para análise de *Clostridium* spp. as amostras foram semeadas em superfície em placas com Reinforced Clostridial Agar mantidas em incubação anaeróbia utilizando estufa com sistema de gás CO_2 a 35°C por 24 horas. As bactérias ácido-láticas foram semeadas em superfície em Agar de Man, Rugosa e Sharpe (MRS) e incubadas por 48 horas em estufa à temperatura de 37°C . Após o período de incubação, as bactérias foram contadas em um contador de colônias do tipo Quebec (CP608 – PHOENIX) e transformados para \log_{10} .

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (versão 9.3, SAS Instituto Inc., Cary, NC), de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + RU_i + T_j + RU \times T_{ij} + e_{ijk}$$

com: $e_{ijk} \approx N(0; \sigma_i^2)$, onde: Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; RU_i = efeito fixo do nível de uva ($i = 1$ à 5); T_j = efeito fixo do tempo de abertura dos silos experimentais ($j = 1$ à 6 para perdas fermentativas e 1 à 7 para demais variáveis); $RU \times T_{ij}$ = efeito de interação; e_{ijk} = erro residual aleatório; N = distribuição normal; σ_i^2 = variância residual de cada tratamento. Para avaliação do poder tampão, os efeitos T_j e $RU \times T_{ij}$ foram removidos do modelo. Os efeitos de tratamentos foram estudados utilizando contrastes ortogonais para avaliar os efeitos linear e quadrático. Foi utilizado um nível de significância de 5% para todas as análises.

3.3 Resultados e Discussão

A matéria seca (MS) apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) para as silagens e não houve efeito no tempo (Tabela 1). Quanto maior a quantidade de coproduto de fecularia de mandioca menor o teor de MS, devido ao elevado teor de umidade da mandioca. De acordo com Nussio et al. (2001), o teor ideal de MS do material a ser ensilado é em torno de 33% a 37%, porém no presente trabalho valores acima ou abaixo desta faixa não foram prejudiciais, pois o pH permaneceu dentro de 3,8 a 4,2, sendo este valor ideal para reduzir a proliferação de microrganismos indesejáveis. O percentual médio de MS para o coproduto de vitivinicultura foi de 40,36%, valor este semelhante aos observados por Santos et al. (2014) com 33,7%, Basalan et al. (2011) com 34,84%, Molina-Alcaide et al. (2008) com 45% e Guerra Rivas (2015) com 41,1%.

Para as variáveis matéria orgânica (MO), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e carboidratos solúveis (CHOS), houve interação entre os tempos e os tratamentos (Tabela 1). A matéria orgânica obteve efeito quadrático ($P < 0,05$), sendo superiores nas silagens com maiores proporções de coproduto de fécula de mandioca.

Gonçalves et al. (2014) ao avaliarem o perfil fermentativo de silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca observaram que os teores de MO reduziram de 91,3% para 87,8% até os 56 dias de ensilagem, sendo que esta variação corrobora com o presente trabalho, em que o coproduto de fecularia de mandioca reduziu de 97,5% para 96,2% até os 60 dias de armazenamento.

Os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) também apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), já que as silagens com 50%, 75% e 100% de coproduto de vitivinicultura obtiveram

aumento de N-NH₃ nos períodos avaliados (Tabela 2). Este efeito foi favorável para a qualidade da silagem, pois em alimentos com elevados teores de umidade, a formação de N-NH₃ contribui para a conservação do material ensilado, controlando a população de leveduras (SIQUEIRA et al., 2007). Porém o teor máximo recomendado de N-NH₃ está em torno de 10% para manter a silagem conservada, indicando baixa proteólise no processo fermentativo, a qual é ocasionada por bactérias do gênero *Clostridium* (McDONALD et al., 1991). No presente trabalho, os teores máximos de N-NH₃ foram de 3,79%, 7,32%, 10,90%, 16,00% e 15,80% para as silagens com 0 %, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição do coproduto de fecularia pelo coproduto de vitivinicultura, respectivamente (Tabela 2). Neste caso, as silagens com 75% e 100% de coproduto de uva obtiveram N-NH₃ em excesso, o que pode ter sido ocasionado pela quebra da proteína em amônia (VAN SOEST, 1994).

Constatou-se efeito linear ($P < 0,05$) para os carboidratos solúveis (CHO's) entre as silagens avaliadas (Tabela 1). Como houve interação entre os tratamentos e os tempos de armazenamento ($P < 0,05$), os resultados foram desdobrados (Tabela 2), e esse efeito foi constatado aos 15 dias de ensilagem, pois o aumento na proporção de coproduto de vitivinicultura elevou os teores de carboidratos solúveis. Nos demais tempos de armazenamento houve efeito quadrático ($P < 0,05$) entre as silagens ao longo do tempo.

Os microrganismos do gênero *Clostridium* spp. tiveram efeito linear ($P < 0,05$) nos tempos de armazenamento (Tabela 1). A proliferação dos microrganismos do gênero *Clostridium* spp. apresentou maior contagem ($7,61 \log \text{UFC g}^{-1}$) aos três dias de ensilagem. Estes valores corroboram com o trabalho de Javorski et al. (2015) ao avaliar a estocagem do resíduo da extração de amido da mandioca, o qual também obteve ponto máximo no terceiro dia de ensilagem com $7,58 \log \text{UFC g}^{-1}$, reduzindo o tempo de armazenamento.

As bactérias ácido-láticas obtiveram efeito linear ($P < 0,05$) para os tratamentos (Tabela 1). A fermentação láctica ocorre quando o material ensilado possui baixo pH, ocasionando em maior proliferação das bactérias ácido-láticas, as quais consomem substrato e rapidamente reduzem o pH abaixo de 4,2.

Segundo McDonald et al. (1991), valores acima de $8,0 \log \text{UFC g}^{-1}$ de bactérias ácido-láticas são favoráveis para uma rápida redução no pH e melhor conservação do material ensilado. No presente estudo os valores médios observados foram de $5,89 \log \text{UFC g}^{-1}$; $5,91 \log \text{UFC g}^{-1}$; $5,00 \log \text{UFC g}^{-1}$; $5,65 \log \text{UFC g}^{-1}$; $4,60 \log \text{UFC g}^{-1}$ para as silagens com 0 %, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição do coproduto de fecularia pelo coproduto de vitivinicultura, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios das características químico-bromatológicas, microbiológicas e das perdas de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Variáveis	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³				
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Tempo	Int.	Linear	Quadrático
Matéria seca ⁴ (%)	13,3	20,0	26,6	32,9	40,4	0,100	<0,001	0,871	0,873	<0,001	0,206
Matéria orgânica ⁵ (%)	97,2	96,2	95,6	95,0	94,9	0,030	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
N-NH ₃ ⁶ (%)	2,54	4,33	5,95	7,85	7,42	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CHOS ⁷ (g kg ⁻¹)	27,2	27,8	28,5	27,9	28,5	0,120	0,001	<0,001	<0,001	0,001	0,123
<i>Clostridium</i> spp. ⁸ (log UFC g ⁻¹)	7,00	6,84	6,85	6,61	6,63	0,057	0,189	<0,001	0,099	0,016	0,826
BAL ⁹ (log UFC g ⁻¹)	5,89	5,91	5,00	5,65	4,60	0,148	0,049	0,107	0,413	0,014	0,676
Enterobactérias ¹⁰ (log UFC g ⁻¹)	1,85	1,42	1,82	1,50	0,47	0,070	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,002
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	0,87	0,58	0,65	0,51	0,23	0,106	0,190	0,062	0,569	0,077	0,821
pH ¹¹	3,56	3,53	3,64	3,65	3,50	0,008	<0,001	<0,001	<0,001	0,999	<0,001
Temperatura ¹² (°C)	26,0	25,7	25,9	26,0	26,1	0,016	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
C. Tamp. ¹³ (e.mg HCl/100g MS)	33,5	42,9	44,8	47,1	48,2	1,510	0,042	-	-	0,008	0,130
Recuperação da MS ¹⁴ (%)	94,5	95,8	96,6	98,9	99,6	0,200	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,849
Perdas por gases ¹⁵ (%)	0,404	0,209	0,130	0,034	0,010	0,012	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,016
Perdas por efluentes ¹⁶ (%)	37,1	37,5	35,0	31,8	5,01	0,374	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Tempo: efeito do tempo de abertura do silo; Int: interação entre os efeitos de tratamento e do tempo de abertura; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; CHOS: carboidratos solúveis; BAL: Bactérias ácido-láticas; pH: potencial hidrogeniônico; C. Tamp.: capacidade tampão; ⁴ $\hat{Y} = 13,2813+0,2664x$; ⁵ $\hat{Y} = 97,2240-0,04399x+0,000206x^2$; ⁶ $\hat{Y} = 2,4414+0,08109x-0,00022x^2$; ⁷ $\hat{Y} = 27,5601+0,009674x$; ⁸ $\hat{Y} = 6,9864-0,00401x$; ⁹ $\hat{Y} = 6,0215-0,00853x$; ¹⁰ $\hat{Y} = 1,6777+0,01251x-0,00024x^2$; ¹¹ $\hat{Y} = 3,4139+0,006060x-0,00005x^2$; ¹² $\hat{Y} = 25,9191-0,00520x+0,000071x^2$; ¹³ $\hat{Y} = 37,519+0,1326x$; ¹⁴ $\hat{Y} = 94,9346+0,04675x$; ¹⁵ $\hat{Y} = 0,3903-0,00748x+0,000037x^2$; ¹⁶ $\hat{Y} = 36,054+0,2057x-0,00504x^2$.

Tabela 2. Desdobramento de interações das variáveis matéria orgânica (%), N-NH₃ (%) e CHOS (g kg⁻¹) de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Matéria orgânica, %									
D0	97,5	96,5	95,9	95,6	94,5	0,07	<0,001	<0,001	0,539
D1	97,3	96,4	95,7	95,4	94,9	0,07	<0,001	<0,001	0,046
D3	97,0	96,1	95,1	95,2	95,5	0,07	<0,001	<0,001	<0,001
D7	97,1	96,3	95,7	94,1	94,1	0,07	<0,001	<0,001	0,419
D15	97,2	96,1	95,6	95,2	95,1	0,07	<0,001	<0,001	0,002
D30	97,4	96,2	95,5	94,5	95,0	0,07	<0,001	<0,001	<0,001
D60	97,1	96,2	95,8	95,0	95,4	0,07	<0,001	<0,001	<0,001
N-NH ₃ (%)									
D0	2,14	2,28	2,24	1,71	1,74	0,013	<0,001	<0,001	<0,001
D1	2,57	2,74	2,83	3,71	3,54	0,013	<0,001	<0,001	0,273
D3	3,79	4,01	4,91	5,28	5,28	0,013	<0,001	<0,001	<0,001
D7	2,43	4,31	5,74	6,86	6,88	0,013	<0,001	<0,001	<0,001
D15	2,31	4,49	7,20	10,3	9,18	0,013	<0,001	<0,001	<0,001
D30	2,20	5,15	7,84	11,2	9,53	0,013	<0,001	<0,001	<0,001
D60	2,34	7,32	10,9	16,0	15,8	0,01	<0,001	<0,001	<0,001
CHOS (g kg ⁻¹)									
D0	21,5	28,0	27,4	20,7	22,1	0,32	<0,001	0,004	<0,001
D1	35,1	31,6	30,6	34,5	30,9	0,32	<0,001	0,011	0,049
D3	26,3	27,6	34,1	36,3	34,5	0,32	<0,001	<0,001	<0,001
D7	21,4	21,5	22,3	17,2	26,3	0,32	<0,001	0,010	<0,001
D15	27,5	27,5	32,6	32,8	34,0	0,32	<0,001	<0,001	0,270
D30	26,6	28,9	26,7	27,4	23,3	0,32	<0,001	<0,001	<0,001
D60	31,9	29,5	26,0	26,4	28,2	0,32	<0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; CHOS: carboidratos solúveis.

Com relação a presença de leveduras, constatou-se efeito linear ($P < 0,05$) nos tempos de armazenamento (Tabela 1). Não houve efeito ($P > 0,05$) para os tratamentos, uma vez que os valores obtidos foram de 0,87 log UFC g⁻¹; 0,58 log UFC g⁻¹; 0,65 log UFC g⁻¹; 0,51 log UFC g⁻¹; 0,23 log UFC g⁻¹ para as silagens com 0 %, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição do coproduto de fecularia pelo coproduto de vitivinicultura respectivamente. Esses valores demonstram que a ocorrência de leveduras no material ensilado é baixa, o que pode estar associada a ausência de substrato para a proliferação destes microrganismos, o que torna a silagem com boa qualidade, pois as leveduras, em anaerobiose, fermentam açúcares em etanol e CO₂ e, em aerobiose, degradam ácido lático em CO₂ e H₂O, elevando o pH da massa ensilada (STEFANIE et al., 2000). Ao competir com as bactérias ácido-láticas pelo substrato no início

do processo fermentativo, podem transformá-lo em etanol, afetando a conservação e causando perdas de matéria seca e energia (JOBIM; GONÇALVES, 2003).

As leveduras são encontradas em maiores quantidades em silagens que possuem a fase inicial aeróbia mais prolongada (JOBIM; GONÇALVES, 2003). A incidência de leveduras acima de $5,0 \log \text{ UFC g}^{-1}$ acarreta na deterioração rápida das silagens (WOOLFORD, 1990), contudo pode-se observar que nos diferentes tratamentos e tempos avaliados neste estudo não houve valores acima do estipulado para manter a qualidade do material ensilado.

Para as variáveis enterobactérias, pH e temperatura, houve interação entre os tratamentos e os tempos de armazenamento (Tabela 1). Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para as enterobactérias com relação as silagens avaliadas. As enterobactérias apresentaram baixos valores com apenas $0,47 \log \text{ UFC g}^{-1}$ para o coproduto de vitivinicultura e $1,85 \log \text{ UFC g}^{-1}$ para o coproduto de fécula de mandioca. Aos 60 dias de armazenamento o coproduto de uva não obteve contagem deste microrganismo. Todas as silagens obtiveram valores ideais para manter o alimento conservado, uma vez que elevados teores de enterobactérias podem deteriorar o material ensilado.

As enterobactérias possuem atividades relacionadas com o pH do material ensilado, o qual se manteve abaixo de 4,2 em todos os tempos de abertura dos silos experimentais. Segundo Stefanie et al. (2000), as enterobactérias podem ser inibidas quando o pH estiver abaixo de 4,5, o que explica a baixa proliferação deste microrganismo no presente trabalho (Tabela 3).

Com relação ao pH, houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para as silagens (Tabela 1), sendo que a silagem de coproduto de fecularia de mandioca reduziu ao longo dos tempos de armazenamento, obtendo pH de 3,05 aos 60 dias de armazenamento (Tabela 3). Javorski et al. (2015) ao avaliarem a estocagem do resíduo da extração de amido da mandioca, constataram rápida redução do pH nos períodos de armazenamento, de 5,1 no momento da ensilagem para 3,2 até os 21 dias de armazenamento. No presente estudo apenas na silagem de resíduo de vitivinicultura não foi observado redução de pH, as demais tiveram queda do potencial hidrogeniônico, principalmente a fécula de mandioca, a qual estava com pH 3,6 no momento da ensilagem e reduziu para 2,9 até os 60 dias de armazenamento.

Para a variável temperatura houve efeito quadrático ($P < 0,05$) entre as silagens, apresentando maiores temperaturas no momento da ensilagem (dia 0) e aos 30 dias de armazenamento (Tabela 3). A temperatura das silagens estava correlacionada com a temperatura do ambiente (Tabela 4), a qual ficou entre 1 a 2°C inferior a temperatura interna dos silos experimentais.

Tabela 3. Desdobramento de interações das variáveis enterobactérias (log UFC g⁻¹), pH e temperatura (°C) de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					SEM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Enterobactérias (log UFC g ⁻¹)									
D0	1,91	2,86	2,34	1,99	0,71	0,186	<0,001	0,011	0,011
D1	3,40	2,48	3,03	2,18	0,62	0,186	<0,001	<0,001	0,105
D3	2,57	2,70	1,54	1,99	0,00	0,186	<0,001	<0,001	0,110
D7	1,48	1,90	2,58	1,75	0,62	0,186	0,017	0,137	0,006
D15	1,73	0,00	1,83	1,13	1,04	0,186	0,008	0,836	0,651
D30	0,71	0,00	0,56	0,50	0,33	0,186	0,644	0,829	0,779
D60	1,12	0,00	0,87	0,94	0,00	0,186	0,103	0,305	0,782
pH									
D0	4,05	3,68	3,60	3,54	3,45	0,010	<0,001	<0,001	<0,001
D1	3,88	3,58	3,48	3,39	3,31	0,010	<0,001	<0,001	<0,001
D3	3,77	3,68	3,68	3,68	3,62	0,010	<0,001	<0,001	0,461
D7	3,50	3,63	3,83	3,55	3,46	0,010	<0,001	0,022	<0,001
D15	3,53	3,53	3,82	3,74	3,63	0,010	<0,001	<0,001	<0,001
D30	3,17	3,33	3,58	3,93	3,64	0,010	<0,001	<0,001	<0,001
D60	3,05	3,27	3,46	3,73	3,41	0,010	<0,001	<0,001	<0,001
Temperatura (°C)									
D0	29,6	28,0	28,9	28,7	29,2	0,040	<0,001	0,569	<0,001
D1	25,8	26,0	25,8	26,1	26,5	0,040	0,001	0,000	0,021
D3	24,6	24,5	24,6	24,6	24,7	0,040	0,719	0,680	0,389
D7	25,9	25,9	25,9	26,2	26,2	0,040	0,024	0,032	0,459
D15	24,5	24,5	24,4	24,7	24,6	0,040	0,174	0,274	0,711
D30	27,5	27,1	27,3	27,3	27,3	0,040	0,057	0,493	0,219
D60	24,2	24,1	24,1	24,1	24,2	0,040	0,857	0,583	0,459

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

A temperatura ambiente variou muito entre as aberturas dos silos devido as condições climáticas da região, considerando que o momento da ensilagem ocorreu no verão e a última abertura no inverno. Observou-se que no momento da ensilagem a temperatura do ambiente estava alta, havendo uma rápida redução na primeira abertura e em seguida elevou-se no decorrer do tempo (Tabela 4).

De acordo com McDonald et al. (1991), silagens com pH e temperaturas elevadas, sem que ocorra rápida redução, são propícias a maior proliferação de microrganismos indesejáveis, como os *Clostridium* e as enterobactérias, os quais degradam os compostos orgânicos.

Tabela 4. Temperatura (°C) do ambiente e das silagens de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções no momento das aberturas

Variável	Tempos de armazenamento (dias)						
	0	1	3	7	15	30	60
Temp. Ambiente	27,0	23,2	21,0	25,8	24,5	25,4	23,2
0%	29,6	25,8	24,6	25,9	24,5	27,5	24,2
25%	27,8	26,0	24,5	25,9	24,5	27,1	24,1
50%	28,9	25,8	24,6	25,9	24,4	27,3	24,1
75%	28,7	26,1	24,6	26,2	24,7	27,3	24,1
100%	29,2	26,5	24,7	26,2	24,6	27,3	24,2

Temp. Ambiente = Temperatura Ambiente; 0% = (0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca); 25% = (25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca); 50% = (50% silagem de coproduto de vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca); 75% = (75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca); 100% = (100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca).

A capacidade tampão apresentou comportamento linear crescente ($P < 0,05$) à medida em que elevou-se as proporções de coproduto de vitivinicultura (Tabela 1). De acordo com Siqueira et al. (2007), o ideal é que as silagens apresentem baixa capacidade tampão, facilitando a rápida redução do pH, em função da produção de ácidos orgânicos no processo fermentativo.

Com relação aos teores de recuperação de MS, perda por gases e por efluentes, houve interação entre os tratamentos e os tempos de armazenamento (Tabela 1). A recuperação da MS obteve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para as silagens, em que as maiores proporções de coproduto de vitivinicultura obtiveram maior % RMS (Tabela 1), reduzindo com o decorrer do tempo de ensilagem (Tabela 5).

Santos (2013) ao avaliar a composição bromatológica de silagem de resíduos da mandioca observou que com a inclusão de casca de mandioca na silagem reduziu os valores de recuperação da matéria seca. De acordo com Jobim et al. (2007), elevados valores de RMS significa que as perdas totais de matéria seca foram baixas, podendo ser ocasionados pela maior densidade e melhor compactação, favorecendo rápidas condições de anaerobiose para o material ensilado.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para as perdas por gases e por efluentes (Tabela 1). Constatou-se que as silagens com maiores percentuais de coproduto de fecularia de mandioca tiveram maiores perdas por gases e por efluentes ao longo do tempo, enquanto que as silagens com maiores proporções de coproduto de vitivinicultura aumentaram em pequenas quantidades com o tempo armazenado (Tabela 5), o que pode ser explicado pelo elevado teor de de umidade contido na fécula de mandioca.

Tabela 5. Desdobramento de interações das variáveis recuperação da matéria seca (%), perda por gases (%) e por efluentes (%) de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					SEM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Recuperação da MS (%)									
D1	100,	100	100	100	99,9	0,540	0,997	0,950	0,954
D3	96,9	98,1	97,7	99,6	100	0,540	0,070	0,092	0,908
D7	95,4	96,0	97,2	98,6	99,5	0,540	0,003	0,025	0,905
D15	90,5	95,5	96,3	98,7	99,4	0,540	<0,001	<0,001	0,170
D30	94,5	91,4	93,1	98,5	99,4	0,540	<0,001	0,001	0,023
D60	89,8	93,7	95,1	97,9	99,4	0,540	<0,001	<0,001	0,494
Perda por gases (%)									
D1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,032	0,999	0,981	0,982
D3	0,238	0,096	0,085	0,011	0,000	0,032	0,056	0,072	0,522
D7	0,361	0,206	0,106	0,044	0,013	0,032	0,000	0,009	0,359
D15	0,686	0,225	0,140	0,041	0,014	0,032	<0,001	<0,001	0,010
D30	0,415	0,416	0,265	0,047	0,014	0,032	<0,001	0,001	0,660
D60	0,725	0,310	0,181	0,065	0,015	0,032	<0,001	<0,001	0,024
Perda por efluentes (%)									
D1	32,2	33,1	23,9	18,2	2,30	0,990	<0,001	<0,001	0,002
D3	39,8	38,2	38,4	33,5	11,0	0,990	<0,001	<0,001	<0,001
D7	36,0	38,2	39,0	35,1	3,30	0,990	<0,001	<0,001	<0,001
D15	37,0	37,6	36,2	31,8	4,30	0,990	<0,001	<0,001	<0,001
D30	39,7	35,9	32,1	32,9	5,70	0,990	<0,001	<0,001	<0,001
D60	38,2	41,9	40,5	39,2	3,40	0,990	<0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático dos níveis de coproduto de vitivinicultura.

As silagens com 25% e 50% de coproduto de vitivinicultura apresentaram aumento das perdas por gases até os 30 dias de armazenamento, e em seguida houve redução. Este efeito pode ter sido ocasionado pela ação das bactérias heterofermentativas que elevam as perdas por gases nas silagens (IGARASSI, 2002), e em seguida, pode ter ocorrido efeito das bactérias homofermentativas que reduzem estas perdas através do consumo de glicose como fonte de substrato para a síntese de lactato (PACHECO et al, 2014).

Mota et al. (2011) ao avaliarem a silagem da parte aérea de quatro variedades de mandioca, também observaram que, com o decorrer do tempo ensilado eleva-se as perdas por efluentes e gases. Essas perdas podem ser reduzidas ao ensilar alimentos com teores máximos de 70% de umidade (McDONALD et al., 1991).

Tabela 6. Ocorrência de fungos (log UFC g⁻¹) em silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Trat. (%)	Asperg.	Cladosp.	Fusarium	Pen.	Alter.	Rizhopus	Phoma	Geot.	Helmint.
Tempo 0									
0	2,76	2,76	1,00	-	-	-	-	-	-
25	1,60	1,60	-	-	-	-	-	-	-
50	2,75	2,78	-	-	-	1,00	-	-	-
75	2,45	2,47	-	-	-	-	-	2,65	-
100	2,77	1,65	-	-	-	-	-	-	-
Tempo 1									
0	2,30	2,30	-	-	-	-	1,80	-	-
25	2,79	2,79	-	-	-	-	-	-	-
50	2,43	2,51	-	-	-	-	2,40	1,00	-
75	3,12	3,13	-	-	-	-	3,14	3,00	-
100	2,00	1,90	-	-	-	-	-	-	-
Tempo 3									
0	2,70	2,46	-	-	-	-	3,58	-	-
25	2,73	2,10	2,00	-	-	2,00	3,90	3,90	-
50	2,53	2,68	2,50	2,00	-	-	-	-	-
75	1,80	1,89	-	1,00	-	-	1,30	-	-
100	2,88	2,89	-	-	-	3,00	-	-	-
Tempo 7									
0	2,62	2,62	-	-	-	-	2,30	-	3,00
25	2,87	1,90	1,00	-	-	2,00	3,07	-	-
50	2,73	2,73	-	-	-	-	-	-	-
75	1,72	1,98	-	-	-	-	1,80	-	-
100	2,11	2,09	3,00	-	3,00	-	-	-	-
Tempo 15									
0	2,48	2,48	-	-	-	-	-	-	-
25	1,87	1,87	2,30	2,00	-	-	2,00	-	-
50	2,26	1,66	-	-	-	2,00	2,70	-	-
75	2,07	2,16	-	-	-	1,30	2,60	-	-
100	2,97	2,89	-	-	-	-	2,98	3,00	-
Tempo 30									
0	3,06	2,72	-	-	-	-	2,00	-	1,00
25	2,94	2,01	1,48	-	-	-	1,67	3,00	2,24
50	2,65	2,43	-	-	-	-	-	-	-
75	2,46	2,50	2,00	-	2,00	-	-	-	2,30
100	2,50	2,50	-	-	-	-	1,00	-	-
Tempo 60									
0	2,00	2,00	-	-	-	-	1,00	-	-
25	2,35	2,09	-	-	-	2,00	2,30	-	-
50	2,51	2,51	3,00	-	-	-	1,30	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	1,50	1,50	3,00	-	-	-	-	-	-

Trat = Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; Asperg. = *Aspergillus* spp.; Cladosp. = *Cladosporium* spp.; Pen. = *Penicillium* spp.; Alter. = *Alternaria* spp.; Geot. = *Geotrichum* spp.; Helmin. = *Helmintosphora* spp.

Diversos gêneros de fungos foram constatados nas silagens avaliadas no decorrer dos tempos de armazenamento (Tabela 6). A presença dos fungos dos gêneros *Aspergillus* spp. e *Cladosporium* spp. foram constatados em todas as silagens e tempos de armazenamento com exceção da silagem com 75% de coproduto de vitivinicultura aos 60 dias de armazenagem. Não houve ocorrência de *Fusarium* spp. com 1 dia de ensilagem em todas as silagens. Houve presença de *Penicillium* spp. apenas nas silagens com 50% e 75% de coproduto de vitivinicultura aos 3 dias de ensilagem e para a silagem com 25% de resíduo de uva aos 15 dias de armazenamento.

Para os fungos do gênero *Alternaria* spp. ocorreu crescimento apenas nas silagens com 100% e 75% de resíduo de uva aos 7 e 30 dias de armazenamento, respectivamente. Não houve ocorrência de *Rizhopus* spp. com 1 e 30 dias, do gênero *Geotrichum* spp. aos 7 dias, e do gênero *Phoma* spp. no momento da ensilagem. Os *Helmintosphoro* spp. proliferaram-se na fécula de mandioca aos 7 dias, e nas silagens com 0%, 25% e 75% de coproduto de vitivinicultura aos 30 dias de armazenagem.

3.4 Conclusão

O aumento das proporções do coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca apresentou-se eficiente em função de elevar os teores de matéria seca e de carboidratos solúveis, além de reduzir as perdas por efluentes e gases. Todas as silagens apresentaram-se de boa qualidade com relação aos parâmetros microbiológicos, pH e temperatura até os 60 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- BASALAN, M.; GUNGOR, T.; OWENS, F.N. et al. Nutrient content and in vitro digestibility of Turkish grape pomaces. **Animal Feed Science and Technology**, v.169, n.3, p.194–198, 2011.
- BRACKETT, R.E; SPLITTSTOESSER, D.F. Fruits and vegetables. In: ANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium for the Microbiological Examination of Foods**. 3rd ed. Washington DC: American Public Health Association, p.919-927, 1992.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. p.141-198, 2003.
- CORREDDU, F.; NUDDA, A.; BATTACONE, G. et al. Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. **Animal feed science and technology**, v.199, p.61-72, 2015.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.
- FENNER, H. Method for Determining Total Volatile Bases in Rumen Fluid by Steam Distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.2, p.249-251, 1965.
- FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Nutritional assessment of waste of cassava starch extraction dried in cattle feed. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4, 2016.
- GONÇALVES, J.A.G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, 2014.
- GUERRA RIVAS, C.M. **Empleo de orujo de uva en la alimentación del ganado ovino**. 2015. 241p. Tesis (Doctorado en Investigación en Ingeniería para el Desarrollo Agroforestal) - Universidad de Valladolid, Campus de Palencia – Valladolid, Espanha.
- IGARASSI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. *Tanzânia*) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- JASKO, A.C.; ANDRADE, J.; CAMPOS, P.F. et al. Caracterização físico-química de bagaço de mandioca in natura e após tratamento hidrolítico. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.5, p.427-441, 2011.
- JAVORSKI, C.R.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.S. et al. Stoking residue from extraction of cassava starch without the use of storage technologies. **Ciência Rural**, v.45, n.3, p.405-411, 2015.

- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade de forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G. D. Microbiologia de forragens conservadas. **Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens. Jaboticabal: Funep**, p.1-26, 2003.
- MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (Brachiaria brizantha (Hochst ex. A.Rich.) Stapf cv. Marandu): produção valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.
- MCDONALD, P.J, HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage** (2Ed) Mallow Chalcombe Publications, ISBN 0948617225 1991. 340p.
- MOLINA-ALCAIDE, E.; MOUMEN, A.; MARTÍN-GARCÍA, I. By-products from viticulture and the wine industry: potential as sources of nutrients for ruminants. **Journal of the Science of Food and Agriculture** v.88, p.597–604, 2008.
- MOTA, A.D.S.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; SOUZA, A.S. et al. Perfil de fermentação e perdas na ensilagem de diferentes frações da parte aérea de quatro variedades de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.7, p.1466-1473, 2011.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.E.C.; LIMA, M.L.M. Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. **Milho para a silagem. Piracicaba: FEALQ**, p.11-26, 2001.
- PACHECO, F.W.; CARNEIRO, M.S.S.; PINTO, A.P. et al. Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de feno de gliricida (*Gliricidia sepium*). **Acta Veterinaria Brasília**, v.8, n.3, p.155-162, 2014.
- PLAYNE, MJ.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.17, p.264-268, 1966.
- SANTOS, L.C.D. **Silagem de resíduos da cadeia produtiva da mandioca como fonte alimentar de ruminantes**. 2013. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.
- SANTOS, N.W. **Silagem de resíduo de uva como fonte de antioxidante em dietas com óleo de soja para vacas leiteiras**. 2011. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SANTOS, N.W.; SANTOS, G.T.D.; SILVA-KAZAMA, D.C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v.159, p.37-45, 2014.
- SAS Institute. 2009. SAS Proprietary Software, Release 9.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295p.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2000-20009, 2007.
- STEFANIE, J.W.H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, p.17-30, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant.** New York: Cornell University Press, 1994, 476p.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteína e lipídeos em rações para ruminantes.** 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.
- ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T.; POZZA, M.S.S. et al. Características da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca adicionada de níveis de ureia. **Archivos de zootecnia**, v.63, n.244, p.677-688, 2014.
- ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T.; SCHMIDT, E.L. et al. Silage of residue from the extraction of cassava starch in diets from lactating holstein cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, 2015.

4 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS E ESTABILIDADE AERÓBIA DA SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Resumo: Objetivou-se avaliar os parâmetros microbiológicos e a estabilidade aeróbia da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento. Os tratamentos avaliados foram as proporções do coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca, sendo 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 30, 60, 90 e 120 dias após a ensilagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro tempos de armazenamento e quatro repetições, totalizando 100 silos experimentais. A medida em que aumentou-se as proporções do coproduto de vitivinicultura elevou-se os teores de nitrogênio amoniacal e da recuperação da matéria seca e reduziu as perdas por efluentes e por gases. A população de bactérias ácido-láticas e de *Clostridium* spp. reduziram com o tempo de armazenamento assim como a temperatura das silagens. A presença de enterobactérias e leveduras constatadas foram baixas, sendo inibidas ao longo do tempo em todos os tratamentos. Os valores obtidos para pH foram considerados ideais para manter a qualidade das silagens. A silagem de coproduto de vitivinicultura se manteve estável ao longo do tempo, as demais tiveram quebra de estabilidade aeróbia. Os parâmetros microbiológicos da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) foram satisfatórios devido a redução dos microrganismos indesejáveis. O coproduto de vitivinicultura aumenta a estabilidade das silagens, até 120 dias de armazenamento, além de reduzir as perdas por efluentes e por gases.

Palavras-chave: *Clostridium* spp., enterobactérias, ensilagem, microrganismos

4 MICROBIOLOGICAL PARAMETERS AND AEROBIC STABILITY OF SILAGES FROM COPRODUCT OF STARCH FROM CASSAVA AND VITICULTURE IN DIFFERENT PROPORTION AND TIMES OF STORAGE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the microbiological parameters and the aerobic stability of silage from coproduct of starch from cassava and vitiviniculture in different proportions and times of storage. The evaluated treatments were the proportions of vitiviniculture coproduct in the silage of coproduct of starch from cassava, being 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. The silages were evaluated at the time of ensiling and at 30, 60, 90 and 120 days after ensiling. The experimental design was completely randomized with five treatments, four times of storage and four replications, totaling 100 experimental silos. As the proportions of the vitiviniculture coproduct increased, ammoniacal nitrogen contents and dry matter recovery increased, reducing losses from effluents and gases. The population of acid-lactic bacteria and *Clostridium* spp. with the times of storage, as well as the temperature of the silages. The presence of enterobacteria and yeasts found were low, being inhibited over time in all treatments. The values obtained for pH were considered ideal to maintain the quality of the silages. The coproduct silage from vitiviniculture remained stable over time, the rest had a breakdown of aerobic stability. Microbiological parameters of cassava and vitiviniculture coproduct silage in different proportions (0%, 25%, 50%, 75% and 100%) were satisfactory due to the reduction of undesirable microorganisms. The viticulture coproduct increases silage stability for up to 120 days of storage and reduces effluent and gas losses.

Key words: lactic acid bacteria, *Clostridium* spp., enterobacteria

4.1 Introdução

Na alimentação animal algumas alternativas podem ser utilizadas para minimizar os custos de produção, como o uso dos coprodutos das agroindústrias, os quais possuem baixo custo de aquisição (CHAVES et al., 2014). Dentre esses, estão o coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura, ambos utilizados na alimentação de ruminantes devido ao seu valor nutricional e ampla disponibilidade em determinadas regiões.

O coproduto de fecularia de mandioca também denominado como resíduo de fecularia, massa de mandioca ou resíduo da extração do amido da mandioca, é obtido por meio da prensagem das raízes por via úmida para a extração do amido. Sua composição é constituída de elevados teores de fibras e amido residual, tornando este alimento adequado para compor a dieta de ruminantes. Porém um fator que limita sua utilização é o elevado teor de umidade (em média 85%), necessitando de alternativas para armazenagem e posterior uso na alimentação dos ruminantes (ABRAHÃO et al., 2006).

O coproduto de vitivinicultura ou resíduo ou bagaço de uva obtido da prensagem de uvas em vinícolas é composto por bagaço e sementes. As indústrias vitivinícolas geram cerca de 200.000 toneladas/ano de resíduo (CHAVES et al., 2014), devendo ser destinado adequadamente de modo a evitar impactos ambientais (CORREDDU et al., 2015). Uma alternativa para o uso destes resíduos é a sua utilização na forma de coproduto para a alimentação dos ruminantes devido aos elevados teores de fibras e de proteínas (SANTOS et al., 2014), minimizando os custos na produção animal.

Estes coprodutos podem ser fornecidos de modo *in natura*, porém em casos em que deseja-se fornecê-los ao longo do tempo, devem ser utilizadas algumas alternativas de armazenamento, como a secagem e a ensilagem (SANTOS, 2011), visando manter a qualidade.

Quando submetidos à ensilagem, os alimentos passam por um processo fermentativo, na qual ocorre a proliferação de microrganismos desejáveis e indesejáveis. As bactérias ácido-láticas em condições de anaerobiose consomem açúcares e produzem ácido lático, reduzindo rapidamente o pH, tornando-se desejáveis no processo de ensilagem (JOBIM; GONÇALVES, 2003). Esse gênero de bactérias pode ser heterofermentativas, as quais produzem ácido lático e acético, ocasionando em perdas de até 24% de matéria seca ou homofermentativas que produzem apenas ácido lático no processo fermentativo e consequentemente, minimizando as perdas de matéria seca (McDONALD, 1981; ROTZ; MUCK, 1994).

As bactérias do gênero *Clostridium* são anaeróbias facultativas elas fazem fermentação butírica através do consumo de açúcares, ácido lático e aminoácidos e resultam na produção de

ácido butírico e aminas, acarretando em elevadas perdas de matéria seca, redução da palatabilidade e da estabilidade aeróbia (ROTZ; MUCK, 1994), tornando-se indesejável para as silagens. Assim como a proliferação dos microrganismos, a estabilidade aeróbia é outro fator importante para a qualidade das silagens, sendo esta determinada como o tempo após a abertura do silo em que a temperatura da silagem eleva-se 2°C acima da temperatura ambiente (TAYLOR; KUNG Jr., 2002).

Diante disso, objetivou-se avaliar os parâmetros microbiológicos e estabilidade aeróbia da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa e as análises foram realizadas nos laboratórios de Microbiologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – Paraná.

O coproduto de fecularia de mandioca, conhecido como massa de mandioca, foi obtido de uma Indústria de fécula de mandioca localizada no município de Maripá – Paraná. O resíduo de vitivinicultura, constituído de bagaço e semente, da variedade Cabernet Sauvignon, foi obtido de uma vinícola localizada no município de Toledo – Paraná.

Após o recebimento de ambos os resíduos, o material foi homogeneizado e armazenado em silos experimentais de acordo com os tratamentos. Os silos eram de cano de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Na parte superior dos silos foi adaptada uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos. O peso médio do material ensilado em cada silo experimental foi de $\pm 2,91$ kg, com base na matéria natural.

Uma camada de 0,5 kg de areia autoclavada e seca foi colocada na parte inferior do silo separada por uma camada de tecido de algodão para escoamento de possíveis líquidos e para evitar contato da areia com a silagem. A compactação foi realizada com o auxílio de um bastão de madeira e as tampas lacradas com fita adesiva. Os silos experimentais foram armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas até o momento da abertura.

Os tratamentos avaliados (com base na matéria natural) foram: 0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca; 25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca; 50% silagem de coproduto de

vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca; 75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca; 100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca.

As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 30, 60, 90 e 120 dias após a ensilagem. Desse modo, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos, quatro tempos de armazenamento e 4 repetições, totalizando 100 silos experimentais.

Na abertura dos silos experimentais descartou-se uma camada de cinco centímetros do material ensilado na porção superior e inferior dos silos e o material central foi homogeneizado e amostrado, sendo encaminhado para os laboratórios de Nutrição Animal e de Microbiologia.

Para análise do nitrogênio amoniacal (N-NH₃), 200 g de cada amostra foi prensada em prensa hidráulica (P15 ST, BOVENAU) para coleta do extrato, seguido de centrifugação e posteriormente foi coletado 2 mL do sobrenadante para a análises do N-NH₃ pelo método de destilação com hidróxido de potássio conforme Fenner (1965), adaptado por Vieira (1980).

No momento das aberturas dos silos foram aferidos a temperatura e o potencial hidrogeniônico (pH) das silagens. A temperatura foi mensurada com o auxílio de um termômetro do tipo espeto (INCOTERM 6132), e o pH foi mensurado com o auxílio de um peagâmetro digital (TE C-5, TECNAL), adicionando 100 mL de água destilada em 10 gramas de amostra, permanecendo em repouso por uma hora antes da leitura de acordo com a metodologia descrita por Cherney e Cherney (2003).

Para a avaliação da estabilidade aeróbia foram acondicionadas amostras de 300 g de silagem em frascos plásticos à temperatura ambiente. Mensurou-se a temperatura das silagens e do ambiente com termômetro digital, tipo espeto, diariamente às 15:00 horas durante sete dias após a abertura. O aumento de 2°C acima da temperatura ambiente foi considerado como perda de estabilidade aeróbia (O'KIELY et al., 1999). A avaliação do pH foi realizada nos mesmos horários da estabilidade aeróbia durante os sete dias após a abertura dos silos, utilizando-se um peagâmetro digital. Para esta análise separou-se outra porção das silagens em frascos com 300 g, adicionou-se 100 mL de água destilada em dez gramas de amostra, permanecendo em repouso por uma hora antes da leitura de acordo com a metodologia descrita por Cherney & Cherney (2003).

Nas análises microbiológicas as populações microbianas foram determinadas a partir de técnicas de cultura de acordo com Silva et al. (1997). Adicionou-se 225 mL de água destilada estéril em 25 g de amostra, mantendo em agitação e a partir desta solução foi pipetado 1 mL em sucessivas diluições de 10⁻¹ a 10⁻⁵, utilizando-se tubos de ensaio contendo 9 mL de água destilada. Posteriormente a partir dos extratos diluídos realizou-se semeadura nas placas,

utilizando 0,1 mL de inoculo por placas semeadas em superfície e 1 mL para placas semeadas em profundidade.

Para a avaliação de fungos e leveduras as amostras foram semeadas em superfície em Batata Dextrose Ágar (BDA) em pH 3,5, acidificado com ácido tartárico 10% e adicionado pentabiótico para inibir o crescimento de bactérias (BRACKETT; SPLITTSTOESSER, 1992). As placas foram incubadas em $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 7 dias. Os microrganismos isolados foram identificados quanto ao gênero pelas características microscópicas através da esporulação das colônias de fungos, realizando o preparo das lâminas para observação em microscópio (ZEISS – PRIMO STAR).

Para a contagem de enterobactérias amostras foram semeadas em profundidade em placas com Violet Red Bile Agar (VRB) e mantidas sob incubação a 35°C por 24 horas. Para análise de *Clostridium* spp., as amostras foram semeadas em superfície em placas com Reinforced Clostridial Agar mantidas em incubação anaeróbia, utilizando estufa com sistema de gás CO_2 a 35°C por 24 horas. As bactérias ácido-láticas foram semeadas em superfície em Agar de Man, Rugosa e Sharpe (MRS) e incubadas por 48 horas em estufa à temperatura de 37°C . Após o período de incubação, as bactérias foram contadas em um contador de colônias do tipo Quebec (CP608 – PHOENIX) e transformados para \log_{10} .

Os dados referentes às populações de fungos foram analisados descritivamente, e os demais dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (versão 9.3, SAS Instituto Inc., Cary, NC), de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + RU_i + T_j + RU \times T_{ij} + e_{ijk}$$

com: $e_{ijk} \approx N(0; \sigma_i^2)$, onde: Y_{ijk} = variável dependente; μ = media geral; RU_i = efeito fixo do nível de uva ($i = 1$ à 5); T_j = efeito fixo do tempo de abertura dos silos experimentais ($j = 1$ à 5); $RU \times T_{ij}$ = efeito de interação; e_{ijk} = erro residual aleatório; N = distribuição normal; σ_i^2 = variância residual de cada tratamento. Os efeitos de tratamentos foram estudados utilizando contrastes ortogonais para avaliar os efeitos linear e quadrático. Foi utilizado um nível de significância de 5% para todas as análises.

4.3 Resultados e Discussão

Para as variáveis nitrogênio amoniacal (N-NH₃), *Clostridium* spp., bactérias ácido-láticas (BAL), leveduras e enterobactérias houve interação entre os tempos e os tratamentos (Tabela

1). Os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) apresentaram efeito linear crescente (P<0,05) para as silagens (Tabela 1) enquanto que para os tempos de armazenamento apresentou efeito quadrático (Tabela 2). O coproduto de fécula de mandioca obteve valores baixos de N-NH₃, com pouca variação (entre 2,14% a 2,57%) e a medida em que aumentou-se as proporções do coproduto de vitivinicultura ocorreu elevação no teor de N-NH₃. O coproduto de vitivinicultura obteve média de 1,74% no momento da ensilagem, elevando tais valores para 9,53%, 15,8%, 19,11% e 23,71% aos 30, 60, 90 e 120 dias de ensilagem.

O N-NH₃ é um parâmetro relacionado a qualidade da silagem, segundo McDonald et al. (1991) teores inferiores a 10% indicam menor intensidade de proteólise no processo fermentativo, causada por bactérias do gênero *Clostridium*. Este parâmetro é ocasionado pela degradação da ureia que libera amônia, elevando os valores de N-NH₃ e conseqüentemente, acarreta em instabilidade fermentativa e eleva a ocorrência dos microrganismos que deterioram a silagem (MELO et al., 2016). Portanto o teor de N-NH₃ das silagens com 75% de coproduto de vitivinicultura foi considerado elevada a partir dos 30 dias de ensilagem, enquanto que para as silagens com 50% e 100% deste mesmo coproduto ficou acima do teor máximo estabelecido após 60 dias de armazenamento (Tabela 2).

Para os microrganismos do gênero *Clostridium* spp. houve efeito quadrático (P<0,05) para as silagens (Tabela 1). A população de microrganismos do gênero *Clostridium* spp. foi reduzindo até os 90 dias de ensilagem para as silagens com 0%, 25% e 50% de coproduto de vitivinicultura seguindo de aumento, porém para as demais silagens houve apenas redução até os 120 dias de armazenamento (Tabela 2). Estes resultados foram favoráveis e estão associados com a redução do pH no decorrer no tempo de ensilagem, o qual é responsável pelo controle da proliferação de *Clostridium* durante o processo fermentativo (McDONALD et al., 1991).

Outro fator que está correlacionado com a redução dessas bactérias é o aumento da pressão osmótica, ou seja, maior teor de matéria seca (GONÇALVES, 2011), o que foi constatado no presente trabalho, havendo aumento no %MS com o passar do tempo de armazenamento.

Houve efeito quadrático (P<0,05) para as bactérias ácido-láticas (Tabela 1), onde as silagens com 0% e 75% de coproduto de vitivinicultura obtiveram maiores populações de microrganismos deste gênero (5,48 log UFC g⁻¹ e 5,19 log UFC g⁻¹, respectivamente). Além disto, as silagens com 0% e 25% de coproduto de vitivinicultura reduziram com o tempo de ensilagem enquanto que as demais silagens obtiveram oscilações até os 120 dias de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 4. Valores médios das características químico-bromatológicas, microbiológicas e das perdas de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Variáveis	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³				
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Tempo	Int.	Linear	Quadrático
N-NH ₃ ⁴ (%)	2,35	6,05	9,20	12,8	14,0	0,010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Clostridium</i> spp. (log UFC g ⁻¹)	4,83	4,75	4,14	4,43	5,10	0,148	0,384	<0,001	0,027	0,823	0,060
BAL ⁵ (log UFC g ⁻¹)	5,48	5,06	3,32	5,19	5,07	0,154	0,013	0,001	0,047	0,377	0,005
Leveduras (log UFC g ⁻¹)	1,45	0,57	0,83	1,01	0,98	0,112	0,220	<0,001	<0,001	0,559	0,094
Enterobactérias ⁶ (log UFC g ⁻¹)	0,75	0,57	0,95	0,69	0,26	0,065	0,022	<0,001	0,020	0,065	0,039
pH ⁷	3,35	3,38	3,57	3,89	3,62	0,013	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Temperatura ⁸ (°C)	23,4	22,9	23,2	23,2	23,4	0,030	<0,001	<0,001	<0,001	0,056	<0,001
Recuperação da MS ⁹ (%)	91,8	93,0	93,8	96,9	99,1	0,300	<0,001	0,327	0,550	<0,001	0,165
Perdas por gases ¹⁰ (%)	0,53	0,33	0,25	0,12	0,04	0,016	<0,001	0,922	0,163	<0,001	0,269
Perdas por efluentes ¹¹ (%)	38,2	40,9	36,6	34,7	10,3	0,710	<0,001	0,225	0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média;

³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Tempo: efeito do tempo de abertura do silo; Int: interação entre os efeitos de tratamento e do tempo de abertura; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; BAL: Bactérias ácido-láticas; pH: potencial hidrogeniônico;

⁴ $\hat{Y} = 2,2975+0,1612x-0,00044x^2$; ⁵ $\hat{Y} = 5,4779-0,02404x+0,000215x^2$; ⁶ $\hat{Y} = 0,2601+0,01660x-0,00016x^2$; ⁷ $\hat{Y} = 3,1249+0,01207x-0,00006x^2$; ⁸ $\hat{Y} = 23,3532-0,00774x+0,000086x^2$; ⁹ $\hat{Y} = 90,7145+0,08347x$; ¹⁰ $\hat{Y} = 0,4447-0,00412x$; ¹¹ $\hat{Y} = 37,3922+0,2995x-0,00481x^2$.

As bactérias ácido-láticas são tolerantes aos elevados teores de matéria seca do material ensilado (LINDGREN, 1999), o que eleva sua proliferação ao longo do tempo de armazenamento da silagem, uma vez que esta aumenta os teores de matéria seca com a ensilagem. Porém isso não foi constatado no presente trabalho, pois no decorrer do tempo reduziu a população destas bactérias, o que pode ter sido ocasionado pelas perdas de água na forma de efluentes que aumentou gradativamente até os 120 dias de armazenamento, reduzindo o volume do material ensilado, permitindo um meio aeróbico para os microrganismos indesejáveis, afetando o desenvolvimento das bactérias ácido-láticas, já que estas são anaeróbicas (COAN et al., 2007). As bactérias ácido-láticas são desejáveis para a qualidade da silagem, pois em pH ideal e condições de anaerobiose fermentam açúcares e produzem ácido lático, ocorrendo a fermentação lática e inibindo fermentações secundárias (JOBIM; GONÇALVES, 2003).

Com relação as leveduras ocorreu efeito quadrático ($P < 0,05$) para todas as silagens ao longo do período de armazenamento (Tabela 1), onde todos valores obtidos ficaram abaixo do máximo permitido, segundo Woolford (1990) é em média $5,0 \log \text{ UFC g}^{-1}$. As leveduras são mais resistentes ao pH comparando com as bactérias, podendo se proliferar em uma ampla faixa de pH que vai de 3 até 8 (McDONALD et al., 1991).

A população de enterobactérias constatou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para as silagens e os tempos de armazenamento (Tabela 1). Houve baixa presença destes microrganismos em todas as silagens com redução ao longo do tempo, inibindo o crescimento das enterobactérias. Tal redução foi observada para as silagens 25% de coproduto de vitivinicultura a partir dos 30 dias de ensilagem, para as silagens com 100% a partir dos 60 dias, para as silagens com 0% e 75% a partir dos 90 dias, e as silagens com 50% de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura apenas aos 120 dias de armazenamento (Tabela 2).

Estes valores de enterobactérias estão correlacionados com os baixos valores de pH observados no presente trabalho, uma vez que o desenvolvimento das enterobactérias podem ser inibidas em pH abaixo de 4,5 (STEFANIE et al., 2000). Isto foi favorável para a qualidade da silagem, pois reduziu a competição das enterobactérias com as bactérias ácido láticas por substrato durante o processo fermentativo e conseqüentemente, reduziu a produção de ácido acético (HENDERSON, 1993), além disso, quando em excesso, esses microrganismos ocasionam perdas de matéria seca e de energia (ROTZ; MUCK, 1994).

Tabela 5. Desdobramento de interações das variáveis N-NH₃ (%), *Clostridium* spp. (log UFC g⁻¹), BAL (log UFC g⁻¹), leveduras (log UFC g⁻¹) e enterobactérias (log UFC g⁻¹) de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
N-NH ₃ (%)									
D0	2,14	2,28	2,24	1,71	1,74	0,023	<0,001	<0,001	<0,001
D30	2,20	5,16	7,84	11,2	9,53	0,023	<0,001	<0,001	<0,001
D60	2,34	7,32	10,9	16,0	15,8	0,023	<0,001	<0,001	<0,001
D90	2,57	6,75	12,6	17,2	19,1	0,023	<0,001	<0,001	<0,001
D120	2,52	8,74	12,4	17,8	23,7	0,023	<0,001	<0,001	<0,001
<i>Clostridium</i> spp. (log UFC g ⁻¹)									
D0	7,31	7,26	6,63	6,59	5,88	0,33	0,500	0,086	0,793
D30	6,14	5,81	5,35	5,05	5,96	0,331	0,851	0,581	0,350
D60	4,79	5,31	2,88	3,83	3,78	0,331	0,217	0,087	0,430
D90	2,25	2,33	2,08	3,45	6,04	0,331	0,001	<0,001	0,021
D120	3,69	3,04	3,76	3,23	3,82	0,331	0,903	0,821	0,661
BAL (log UFC g ⁻¹)									
D0	7,68	7,27	3,36	6,48	4,58	0,344	0,001	<0,001	0,211
D30	6,07	5,81	5,25	5,88	4,93	0,344	0,653	0,206	0,954
D60	4,96	4,75	3,38	4,14	4,86	0,344	0,649	0,637	0,215
D90	4,33	4,27	2,38	4,71	5,86	0,344	0,186	0,048	0,044
D120	4,38	3,20	2,23	4,72	5,15	0,344	0,093	0,081	0,042
Leveduras (log UFC g ⁻¹)									
D0	2,45	1,28	0,25	0,65	0,53	0,251	0,138	0,024	0,106
D30	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,251	0,852	0,295	0,357
D60	1,50	0,00	1,92	1,12	0,00	0,251	0,013	0,320	0,363
D90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,251	0,999	0,999	0,999
D120	2,31	1,56	1,97	3,27	4,39	0,251	<0,001	0,004	0,036
Enterobactérias (log UFC g ⁻¹)									
D0	1,91	2,87	2,34	1,99	0,71	0,147	<0,001	0,002	0,001
D30	0,71	0,00	0,56	0,50	0,33	0,147	0,601	0,791	0,709
D60	1,12	0,00	0,87	0,95	0,00	0,147	0,034	0,215	0,715
D90	0,00	0,00	1,00	0,0	0,00	0,147	0,126	1,000	0,107
D120	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,147	0,976	0,631	0,685

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

Em relação ao potencial hidrogênio (pH) houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para as silagens e os tempos de armazenamento (Tabela 1). A fécula de mandioca obteve pH de 4,36 no momento da ensilagem, reduzindo para 2,94 aos 120 dias de armazenagem (Tabela 3). O coproduto de vitivinicultura apresentou pH médio de 3,45 no momento da ensilagem, oscilando entre os tempos de armazenamento. Em todos os tempos e tratamentos os valores de pH estavam próximos ao considerado ideal, que segundo McDonald (1981) está entre 3,8 e 4,2 variando de

acordo com o material ensilado. Isto contribuiu para a conservação das silagens mantendo baixa população de bactérias indesejáveis, como os *Clostridium*, que produzem ácido butírico e deterioram as silagens (GONÇALVES, 2011).

Tabela 6. Desdobramento de interações das variáveis pH, temperatura (°C) e perdas por efluentes (%) de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
pH									
D0	4,36	3,68	3,60	3,54	3,45	0,028	<0,001	<0,001	<0,001
D30	3,17	3,33	3,58	3,93	3,64	0,028	<0,001	<0,001	0,004
D60	3,05	3,27	3,46	3,73	3,41	0,028	<0,001	<0,001	0,001
D90	3,25	3,51	3,79	4,11	3,91	0,028	<0,001	<0,001	0,002
D120	2,94	3,13	3,42	4,12	3,69	0,028	<0,001	<0,001	0,004
Temperatura (°C)									
D0	29,6	27,8	28,9	28,7	29,2	0,070	<0,001	0,923	<0,001
D30	27,5	27,1	27,3	27,3	27,3	0,070	0,572	0,628	0,406
D60	24,2	24,1	24,1	24,1	24,2	0,070	0,982	0,698	0,617
D90	20,8	20,8	20,7	20,6	20,6	0,070	0,876	0,311	0,900
D120	14,9	14,9	15,3	15,5	16,0	0,070	0,000	<0,001	0,127
Perdas por efluentes (%)									
D30	39,7	35,9	32,1	32,9	5,68	1,598	<0,001	<0,001	0,008
D60	38,2	41,9	40,5	39,2	3,38	1,598	<0,001	<0,001	<0,001
D90	41,9	49,2	29,8	39,2	4,28	1,598	<0,001	<0,001	0,001
D120	32,9	36,5	44,2	27,5	27,7	1,600	0,025	0,091	0,045

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

A temperatura das silagens apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) para os tratamentos ao longo do tempo (Tabela 1), com média inicial de 29°C e reduziu ao longo do tempo até $\pm 15^\circ\text{C}$ aos 120 dias de armazenamento (Tabela 3). Estes valores estão correlacionados com a temperatura ambiente (Tabela 4), a qual esteve sempre de 1 a 2 °C inferior a temperatura interna do silo experimental. A temperatura ambiente variou muito entre as aberturas dos silos, devido as condições climáticas da região, considerando que a ensilagem ocorreu no verão e a última abertura no inverno.

Não houve quebra de estabilidade aeróbia relacionada à temperatura da silagem de coproduto de vitivinicultura até 120 dias de armazenamento, para o coproduto de fécula de mandioca houve quebra de estabilidade apenas no momento da ensilagem. A silagem com 25% de coproduto de vitivinicultura apresentou quebra de estabilidade aeróbia aos 0, 15 e 60 dias,

enquanto que para os tratamentos com 50% e 75% deste coproduto houve perda de estabilidade aeróbia em todos os tempos de armazenamento (Tabela 5). De acordo com O'Kiely et al. (2001), considera-se perda de estabilidade aeróbia o aumento de 2°C do material ensilado em relação a temperatura ambiente.

Tabela 4. Temperatura (°C) do ambiente e das silagens de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções no momento das aberturas

Variável	Tempos de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Temp. Ambiente	27,0	25,4	23,2	20,5	14,7
0%	29,6	27,5	24,2	20,8	14,9
25%	27,8	27,1	24,1	20,8	14,9
50%	28,9	27,3	24,1	20,7	15,3
75%	28,7	27,3	24,1	20,6	15,5
100%	29,2	27,3	24,2	20,6	16,0

Temp. Ambiente = Temperatura Ambiente; 0% = (0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca); 25% = (25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca); 50% = (50% silagem de coproduto de vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca); 75% = (75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca); 100% = (100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca).

O aumento da temperatura do material ensilado em condições de aerobiose é ocasionado pela proliferação dos microrganismos aeróbios (WOOLFORD, 1978), como fungos, leveduras e bactérias do gênero *Clostridium*, que degradam ácido láctico e produzem CO₂, álcool e ácido, ocasionando em perdas de MS e liberação de calor (LINDGREN, 1999).

Tabela 5. Tempo (horas) para a quebra de estabilidade aeróbia (temperatura) da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de abertura¹

Tratamento	Tempos de abertura dos silos (dias)					
	0	15	30	60	90	120
0%	48	*	*	*	*	*
25%	48	120	*	144	*	*
50%	48	72	120	120	72	120
75%	48	96	144	144	120	144
100%	*	*	*	*	*	*

*Não ocorreu quebra de estabilidade aeróbia durante o período avaliado; ¹Tempo em horas após a abertura dos silos para o aquecimento em 2°C acima da temperatura ambiente; 0% = (0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca); 25% = (25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca); 50% = (50% silagem de coproduto de vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca); 75% = (75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca); 100% = (100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca).

A estabilidade aeróbia relacionada ao pH demonstrou-se instável para as silagens com 50% e 75% de substituição do coproduto de fecularia de mandioca por resíduo de vitivinicultura aos 15, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento. Não houve quebra da estabilidade aeróbia com relação ao pH em todos os tratamentos no momento da ensilagem. As silagens com 0%, 25% e 100% de substituição do coproduto de fécula de mandioca por resíduo de vitivinicultura não apresentaram quebra de estabilidade aeróbia em todos os tempos de armazenamento (Tabela 6). Weinberg et al. (2009) consideram que a quebra da estabilidade aeróbia acontece quando ocorre um aumento do pH de 0,5 unidades durante o período de avaliação.

Tabela 6. Tempo (horas) para a quebra de estabilidade aeróbia (pH) da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de abertura¹

Tratamentos	Tempos de abertura dos silos (dias)					
	0	15	30	60	90	120
0%	*	*	*	*	*	*
25%	*	*	*	*	*	*
50%	*	72	72	72	72	96
75%	*	96	120	120	96	168
100%	*	*	*	*	*	*

*Não ocorreu quebra de estabilidade aeróbia durante o período avaliado; ¹Tempo em horas após a abertura dos silos para o aumento de 0,5 unidades do pH; 0% = (0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca); 25% = (25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca); 50% = (50% silagem de coproduto de vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca); 75% = (75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca); 100% = (100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca).

As perdas por efluentes obtiveram efeito quadrático ($P < 0,05$) com interação entre as silagens e tempos de armazenamento (Tabela 1). As silagens com maiores proporções de coproduto de fecularia de mandioca constataram elevados teores de perdas por efluentes. De modo geral, essas perdas aumentaram ao longo do período de armazenamento (Tabela 3). Com relação a recuperação da matéria seca e as perdas por gases, essas obtiveram efeito linear crescente ($P < 0,05$) entre as silagens (Tabela 1). Essas, favoreceram para manter a qualidade das silagens, pois as perdas foram baixas e a recuperação da matéria seca foi elevada.

Em relação aos fungos constatou-se vários gêneros nos diferentes tratamentos no decorrer dos tempos de armazenamento (Tabela 7). Houve predominância dos gêneros dos fungos *Aspergillus* spp. e *Cladosporium* spp. em quase todas as silagens e os tempos de armazenamento, sendo que não ocorreu desenvolvimento de *Aspergillus* spp. na silagem com 75% de coproduto de vitivinicultura aos 60 dias, e nas silagens com 25% e 50% de coproduto de vitivinicultura aos 90 dias de ensilagem. Para o gênero *Cladosporium* spp. não houve

crescimento na silagem com 75% de coproduto de vitivinicultura aos 60 dias, e nas silagens com 0%, 25% e 75% de coproduto de vitivinicultura aos 90 dias de armazenamento (Tabela 7).

Tabela 7. Ocorrência de fungos (log UFC g⁻¹) em silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Trat. (%)	Asperg.	Cladosp.	Fusarium	Pen.	Alter.	Rizhopus	Phoma	Geot.	Helmint.
Tempo 0									
0	2,76	2,76	1,00	-	-	-	-	-	-
25	1,60	1,60	-	-	-	-	-	-	-
50	2,75	2,78	-	-	-	1,00	-	-	-
75	2,45	2,47	-	-	-	-	-	2,65	-
100	2,77	1,65	-	-	-	-	-	-	-
Tempo 30									
0	3,06	2,72	-	-	-	-	2,00	-	1,00
25	2,94	2,01	1,48	-	-	-	1,67	3,00	2,24
50	2,65	2,43	-	-	-	-	-	-	-
75	2,46	2,50	2,00	-	2,00	-	-	-	2,30
100	2,50	2,50	-	-	-	-	1,00	-	-
Tempo 60									
0	2,00	2,00	-	-	-	-	1,00	-	-
25	2,35	2,09	-	-	-	2,00	2,30	-	-
50	2,51	2,51	3,00	-	-	-	1,30	-	-
75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	1,50	1,50	3,00	-	-	-	-	-	-
Tempo 90									
0	2,30	-	-	-	-	-	2,30	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	-	2,00	-	-	-	-	-	-	-
75	3,00	-	-	-	-	-	3,00	-	-
100	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-
Tempo 120									
0	1,39	1,00	-	-	-	1,00	1,59	-	-
25	2,51	2,48	-	-	-	-	3,02	-	-
50	3,00	2,50	-	2,00	-	-	-	-	-
75	2,33	2,43	-	-	-	-	2,00	-	-
100	3,58	3,73	-	3,00	-	-	3,30	-	-

Trat = Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; Asperg. = *Aspergillus* spp. = Cladosp.: *Cladosporium* spp.; Pen. = *Penicillium* spp.; Alter. = *Alternaria* spp.; Geot. = *Geotrichum* spp.; Helmin. = *Helmintosphora* spp..

Não ocorreu presença de *Fusarium* spp. aos 90 e 120 dias, enquanto que o gênero *Penicillium* spp. foi constatado apenas nas silagens com 50% e 100% de coproduto de uva aos 120 dias de armazenamento. Para os fungos do gênero *Alternaria* spp. ocorreu crescimento apenas na silagem com 75% de coproduto de vitivinicultura aos 30 dias de armazenamento.

Não houve ocorrência de *Rizhopus* spp. com 30 e 90 dias, do gênero *Geotrichum* spp. aos 60, 90 e 120 dias, e do gênero *Phoma* spp. no momento da ensilagem. Os *Helmintosphoro* spp. proliferaram-se apenas nas silagens com 0%, 25% e 75% de coproduto de vitivinicultura aos 30 dias de armazenagem (Tabela 7).

4.4 Conclusão

Os parâmetros microbiológicos da silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) foram satisfatórios, devido a redução dos microrganismos indesejáveis. O coproduto de vitivinicultura aumenta a estabilidade das silagens até 120 dias de armazenamento, além de reduzir as perdas por efluentes e por gases.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A. et al. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.12-518, 2006.
- BRACKETT, R.E; SPLITTSTOESSER, D.F. Fruits and. vegetables. In: ANDERZANT, C., SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium for the Microbiological Examination of Foods**. 3rd ed. Washington DC: American Public Health Association, p.919-927, 1992.
- CHAVES, B.W.; STEFANELLO, F.S.; BURIN, A.P. et al. Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)**, v.18, p.150-156, 2014.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: Buxton et al. **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. p.141-198, 2003.
- COAN, R.M.; REIS, R.A.; GARCIA, G.R. et al. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandú acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p. 502-1511, 2007.
- CORREDDU, F.; NUDDA, A.; BATTACONE, G. et al. Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. **Animal feed science and technology**, v.199, p.61-72, 2015.
- FENNER H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.2, p.249–251, 1965.
- GONÇALVES, J.A.G. **Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes**. 2011. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.1, p.35-56, 1993.
- JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. **Volumosos na produção de ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: Funep, p.1-26, 2003.
- LINDGREN, S. Can HACCP principles be applied for silage safety. In: **INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, p.51-66, 1999.
- MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.
- MCDONALD, P.J; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage** (2Ed) Mallow Chalcombe Publications, ISBN 0948617225 1991. 340p.

- MELO, M.J.A.F.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L. et al. Características fermentativas e composição química da silagem de capim Tanzânia com aditivos. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, n.3, p.189-197, 2016.
- O'KIELY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T. et al. Maximising output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems. **Teagasc**, p.31-43, 1999.
- OKIELY, P.O.; CLANCY, M.; DOYLE, E.M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: **International grassland congress**, p.794-795, 2001.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. **Forage, quality, evaluation, and utilization**. p.828-868, 1994.
- SANTOS, N.W. **Silagem de resíduo de uva como fonte de antioxidante em dietas com óleo de soja para vacas leiteiras**. 2011. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SANTOS, N.W.; SANTOS, G.T.D.; SILVA-KAZAMA, D.C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v.159, p.37-45, 2014.
- SAS Institute. 2009. SAS Proprietary Software, Release 9.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295p.
- STEFANIE, J.W.H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In: **FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE**, Rome, 1999, Rome. **Proceedings...** Rome: FAO, p.17-30, 2000.
- TAYLOR, C.C.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1526-1532, 2002.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteína e lipídeos em rações para ruminantes**. 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; SOLOMON, R. The quality of commercial wheat silages in Israel. **Journal of dairy science**, v.92, n.2, p.638-644, 2009.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effect of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.
- WOOLFORD, M.K. **The problem of silage effluent**. *Herbage Abstracts*, v.48, p.397-403, 1978.

5 SILAGEM DE COPRODUTO DE FECULARIA DE MANDIOCA E DE VITIVINICULTURA EM DIFERENTES PROPORÇÕES E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

Resumo: Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, a digestibilidade *in vitro* e o fracionamento de proteínas e carboidratos de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento. Os tratamentos avaliados foram as proporções do coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca, sendo 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. As silagens foram avaliadas no momento da ensilagem e aos 30, 60, 90 e 120 dias após a ensilagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos, quatro tempos de armazenamento e quatro repetições totalizando 100 silos experimentais. Os valores de MS, MO, FDN, FDA, PB, EE e lignina elevaram-se com o aumento das proporções de coproduto de uva nas silagens de coproduto de fecularia de mandioca. Os teores de hemicelulose reduziram ao longo do tempo, enquanto que os teores de celulose aumentaram com o tempo de ensilagem. A digestibilidade *in vitro* da MS, MO, PC e da PB, os carboidratos não-fibrosos, carboidratos totais e carboidratos solúveis foram maiores na silagem de coproduto de fecularia de mandioca. A fração A da proteína foi maior para a silagem com 75% de coproduto de uva, as frações B₁ e C aumentaram com o tempo em todas as silagens, a fração B₃ obteve maior teor para a fécula de mandioca e a B₂ para o coproduto de uva. A fração A+B₁ dos carboidratos foi maior para a fécula de mandioca, a fração B₂ aumentou com o tempo e a fração C reduziu com o tempo de ensilagem. O aumento das proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fecularia de mandioca eleva a concentração dos nutrientes, porém reduz a digestibilidade desses, além de aumentar a fração C dos carboidratos devido ao alto teor de lignina.

Palavras-chave: carboidratos, ensilagem, nutrientes, proteína

5 SILAGES FROM COPRODUCT OF STARCH FROM CASSAVA AND VITICULTURE IN DIFFERENT PROPORTIOND AND TIMES OF STORAGE

Abstract: The objective of this study was to evaluate the fermentation profile and the microbiological characteristics of silage from coproduct of starch from cassava and vitiviniculture in different proportions and times of storage. The evaluated treatments were the proportions of vitiviniculture coproduct in the silage of coproduct of starch from cassava, being 0%, 25%, 50%, 75% and 100%. The silages were evaluated at the time of ensiling and at 30, 60, 90 and 120 days after ensiling. The experimental design was completely randomized with five treatments, four times of storage and four replications, totaling 100 experimental silos. The values of DM, OM, NDF, ADF, CP, EE and lignin, increased with the increase of proportions of coproduct of grape in the silages of coproduct of starch from cassava. The hemicellulose contents decreased over time, while the maximum pulp, increased with the time of ensiling. The in vitro digestibility of DM, OM, CP and the cell wall, the non-fibrous carbohydrates, total carbohydrates and soluble carbohydrates were higher in the silage from coproduct of cassava starch. The A fraction of protein was higher for the silage with 75% replacement of cassava starch by the coproduct of grapes, the fractions B₁ and C increased with time in all silages, the fraction B₃ was higher for the cassava starch and B₂ for the coproduct of grapes. The fraction A+B₁ of carbohydrates was greater for the cassava starch, the fraction B₂ increased with time, and the fraction C decreased with the time of ensiling. The increase of the proportions of vitiviniculture coproduct in the silage of coproduct of starch from cassava raises the concentration of nutrients, but reduces their digestibility, besides increasing the C fraction of the carbohydrates, due to the high lignin content.

Key words: carbohydrates, silage, nutrients, protein

5.1 Introdução

No decorrer dos anos, vem se buscando alternativas para minimizar os custos da produção animal, onde o fator que mais a encarece é a alimentação. Diante disto, vem se utilizando coprodutos das agroindústrias, os quais possuem baixo custo de aquisição (CHAVES et al., 2014). Dentre estes, estão o coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura, ambos utilizados na alimentação de ruminantes devido ao seu valor nutricional e ampla disponibilidade em determinadas regiões.

O coproduto de fecularia de mandioca, também denominado como resíduo de fecularia, massa de mandioca ou resíduo da extração do amido da mandioca, é obtido através da prensagem das raízes por via úmida para a extração do amido, constituído de elevados teores de fibras e amido residual, podendo ser utilizado na alimentação de ruminantes. Porém um fator que limita sua utilização é o elevado teor de umidade (em média 85%), necessitando de alternativas para seu uso (ABRAHÃO et al., 2006). Este coproduto pode ser caracterizado pelo elevado teor de amido residual (65,5%), FDN em torno de 30,5% e FDA de 22,6%, além dos baixos teores de proteína bruta (1,92%) e de matéria seca (23%) (ABRAHÃO et al., 2006; LEONEL, 2001) e apresenta média de 67,87% de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (GONÇALVES, 2011).

O coproduto de vitivinicultura ou resíduo ou bagaço de uva, obtido da prensagem de uvas em vinícolas, é composto por bagaço e sementes e pode ser utilizado como fonte de volumoso na alimentação animal, devido aos seus elevados teores de fibras (SANTOS et al., 2014). Este resíduo apresenta em média, 33% de matéria seca, 20,58% de proteína bruta, 10,5% de extrato etéreo, 69,43% de fibra em detergente neutro e 25,33% de fibra em detergente ácido (SANTOS et al., 2014), além dos percentuais de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (41,66%), da proteína bruta (28,12%) e da parede celular (64,46%) (Grande et al., 2010).

Estes coprodutos podem ser fornecidos de modo *in natura*, porém em casos em que deseja-se fornecê-los ao longo do tempo, devem ser utilizadas algumas alternativas de armazenamento, como a secagem e a ensilagem (SANTOS, 2011), visando manter a qualidade.

Ao ensilar estes dois coprodutos em diferentes proporções pode-se buscar qual seria o melhor percentual de cada um, para obter melhores teores de proteína bruta e matéria seca, além de melhor digestibilidade do material ensilado. Desta forma, objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, a digestibilidade *in vitro* e o fracionamento de proteínas e carboidratos de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de resíduo de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento.

5.2 Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa e as análises foram realizadas nos laboratórios de Microbiologia e Nutrição Animal, ambos pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Marechal Cândido Rondon – Paraná.

O coproduto de fecularia de mandioca conhecido como massa de mandioca foi obtido de uma Indústria de fécula de mandioca localizada no município de Maripá – Paraná. O resíduo de vitivinicultura, constituído de bagaço e semente, da variedade Cabernet Sauvignon foi obtido de uma vinícola localizada no município de Toledo – Paraná.

Após o recebimento de ambos os resíduos, o material foi homogeneizado e armazenado em silos experimentais de acordo com os tratamentos. Os silos eram de cano de policloreto de vinil “PVC”, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. Na parte superior dos silos foi adaptada uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos. O peso médio do material ensilado em cada silo experimental foi de $\pm 2,91$ kg, com base na matéria natural.

Uma camada de 0,5 kg de areia autoclavada e seca foi colocada na parte inferior do silo separada por uma camada de tecido de algodão para escoamento de possíveis líquidos e para evitar contato da areia com a silagem. A compactação foi realizada com o auxílio de um bastão de madeira e as tampas lacradas com fita adesiva. Os silos experimentais foram armazenados em temperatura ambiente sob proteção da luz solar e de chuvas até o momento da abertura.

Os tratamentos avaliados (com base na matéria natural) foram: 0% silagem de coproduto de vitivinicultura + 100% coproduto de fecularia de mandioca; 25% silagem de coproduto de vitivinicultura + 75% coproduto de fecularia de mandioca; 50% silagem de coproduto de vitivinicultura + 50% coproduto de fecularia de mandioca; 75% silagem de coproduto de vitivinicultura + 25% coproduto de fecularia de mandioca; 100% silagem de coproduto de vitivinicultura + 0% coproduto de fecularia de mandioca.

As avaliações foram realizadas no momento da ensilagem e aos 30, 60, 90 e 120 dias após a ensilagem. Desse modo o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com cinco tratamentos, quatro tempos de armazenamento e 4 repetições, totalizando 100 silos experimentais.

Na abertura dos silos experimentais descartou-se uma camada de cinco centímetros do material ensilado na porção superior e inferior dos silos e o material central foi homogeneizado e amostrado sendo encaminhado para os laboratórios de Nutrição Animal e de Microbiologia.

As amostras foram pré-secas em estufa com circulação de ar a 55 °C por 72 horas e moídas em moinho faca do tipo Willey (STAR FT 60, FORTINOX) com peneira de crivos de 1 mm, para as posteriores análises.

Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) pela metodologia da AOAC (1990) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest et al. (1991). O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado de acordo com a fórmula: $MO = 100 - \% MM$. A celulose foi obtida pela diferença do teor de FDA e lignina, enquanto que a hemicelulose foi calculada pela diferença entre os teores observados de FDN e FDA. Determinou-se o teor de lignina dos alimentos através de metodologia descrita por Van Soest et al. (1968).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi estimada pela técnica de Tilley e Terry (1963) adaptada por Holden et al. (1999). Utilizou-se incubadora *in vitro* (TE-150, TECNAL) com temperatura controlada em 39°C e com rotação, visando simular as características ruminais. Pesou-se 0,25g de amostra moída, acondicionando estas em filtro de nylon F57 da ANKOM, com porosidade de 57 micra e selados a quente. Foram coletados 2 litros de líquido ruminal de bovino da raça Jersey munido de cânula ruminal. O líquido ruminal foi mantido em garrafa térmica até o momento de seu uso, utilizando-se CO₂ para manter o ambiente anaeróbio. Em seguida o líquido ruminal foi filtrado em tecido de algodão adicionados 400 mL em cada jarro do fermentador.

As soluções de incubação (A e B) foram preparadas em recipientes pré-aquecidos (39°C) e misturadas adicionando-se cerca de 266 mL de solução B para 1330 mL de solução A (relação 1:5), a um pH final de 6,8 e temperatura de 39°C. Após cerca de 1600 mL de mistura combinada de A/B foi adicionada aos 400 mL do líquido ruminal para cada jarro do fermentador ruminal. Em seguida os filtros contendo as amostras foram acondicionados nos jarros do fermentador onde foram incubados por 48 horas a uma temperatura de 39°C.

A segunda etapa consistiu na adição de 8 g de pepsina e 40mL de HCl 6N em cada jarro mantidos a 39°C por mais 24 horas. Ao término deste período os jarros foram drenados e os filtros F57 lavados com água destilada e secos em estufa a 105 °C por 12 horas. Em seguida os filtros foram pesados para se determinar a matéria seca (MS) residual e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação:

$$DIVMS = \frac{(MS \text{ do alimento Inicial} - MS \text{ do alimento Residual})}{MS \text{ do alimento Inicial}} \times 100$$

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada por meio da queima do resíduo do material incubado em mufla (EDGCON 3P) e o resultado foi obtido através do cálculo da diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação:

$$DIVMO = \frac{(\text{MO do alimento Inicial} - \text{MO do alimento Residual})}{\text{MO do alimento Inicial}} \times 100$$

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da proteína bruta (DIVPB) foram realizados os dois estágios da fermentação com incubação total de 72 horas. Ao término deste período os jarros foram drenados e filtros F57 lavados com água destilada e secos em estufa a 105°C por 12 horas. Os filtros secos foram pesados e retirado os resíduos para serem digeridos, destilados e titulados, a fim de obter o valor do nitrogênio da amostra residual. O resultado da DIVPB foi obtido através do cálculo da diferença entre a PB do alimento incubado e o resíduo após a determinação da PB do material incubado:

$$DIVPB = \frac{(\text{PB do alimento Inicial} - \text{PB do alimento Residual})}{\text{PB do alimento Inicial}} \times 100$$

Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da parede celular (DIVPC), foi utilizada a técnica de Goering e Van Soest (1975), onde as amostras foram incubadas por 48 horas a uma temperatura de 39°C, com posterior extração em detergente neutro através da análise de FDN. Calculou-se a DIVPC pela diferença entre o FDN do alimento antes e após incubação.

$$DIVPC = \frac{(\text{FDN do alimento Inicial} - \text{FDN do alimento Residual})}{\text{FDN do alimento Inicial}} \times 100$$

O fracionamento de proteínas foi determinado de acordo com Licitra et al. (1996). A fração A (NNP) foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético, o qual foi obtido através do tratamento de aproximadamente 500 mg da amostra com 50 mL de água destilada permanecendo por 30 minutos, e posteriormente adicionados 10 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10 % por 30 minutos. O resíduo remanescente foi filtrado em cadinhos da Gooch, lavado com água e determinado o nitrogênio residual.

O nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 500 mg da amostra com tampão borato-fosfato ($\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ à 12,2 g/L + $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ à 8,91 g/L + 100 mL/L de álcool butílico terciário) durante 3 horas, sendo determinado o N residual. Pela diferença entre o nitrogênio total e o nitrogênio insolúvel total foi obtido o nitrogênio solúvel total (NNP + proteína solúvel), do qual foi descontado a fração A para obtenção da fração B₁, (LICITRA et al., 1996). A fração B₃ foi calculada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), os quais

foram determinados através dos resíduos das análises de FDN e FDA respectivamente, então estes foram analisados para nitrogênio. A fração C foi considerada como sendo o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), e a fração B₂ foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e as frações B₁ e B₃, (LICITRA et al., 1996).

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo a fórmula descrita por Sniffen et al. (1992): %CT = 100 – (%PB + %EE + %MM). Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados pela seguinte equação: CNF = CT – FDN. As frações dos carboidratos também foram determinados de acordo com Sniffen et al. (1992), sendo as frações A+B₁ (rapidamente degradável), fração B₂ (carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis) e a fração C (carboidratos fibrosos não degradáveis) por meio das equações:

$$\text{Fração C} = (100 \times \text{FDN (\%MS)} \times 0,01 \times \text{Lignina (\%FDN)} \times 2,4) / \text{CHT (\%MS)}$$

$$\text{Fração B}_2 = (100 \times (\text{FDN (\%MS)} - \text{PIDN (\%PB)} \times 0,01 \times \text{PB (\%MS)} - \text{FDN (\%MS)} \times 0,01 \times \text{Lignina (\%FDN)} \times 2,4) / \text{CHT (\%MS)}$$

$$\text{Fração A} + \text{B}_1 = 100 - (\text{Fração C} + \text{Fração B}_2)$$

Os carboidratos solúveis (CHO's) foram determinados de acordo com a técnica de Dubois et al. (1956), utilizando glucose como padrão. Para a extração dos carboidratos solúveis foram pesados 200 mg de amostra moída para um frasco erlenmeyer de 250 mL e adicionado 200 mL de água destilada. Os frascos com as amostras em água foram colocados em incubadora com mesa de agitação orbital (MA420/E, MARCONI) à 200 rpm em temperatura ambiente durante uma hora para a solubilização dos açúcares.

Após a solubilização dos açúcares em água o conteúdo foi filtrado em papel filtro quantitativo (640M, MACHEREY-NAGEL) de filtragem rápida, retendo-se aproximadamente 50 mL do líquido filtrado. Posteriormente foi colocada uma alíquota de 0,5 mL da solução em tubo de ensaio, adicionou-se 0,5 mL de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico, sendo este tubo mantido imerso em banho de água e gelo durante 10 minutos. Após o resfriamento foi feita leve agitação e em seguida a leitura em espectrofotômetro (UV-1800, SHIMADZU) a 490 nm.

A equação-padrão relacionando a absorbância e a quantidade de carboidrato solúvel foi obtida a partir das soluções contendo 0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,06 e 0,07 mL de glicose. Em seguida foram tomados de cada solução, em duplicatas de 2 mL, para que se proceda à transferência para os tubos de ensaio e seguidos os mesmos passos para determinação dos carboidratos solúveis juntamente com as amostras.

Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do SAS (versão 9.3, SAS Instituto Inc., Cary, NC), de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + RU_i + T_j + RU \times T_{ij} + e_{ijk}$$

com: $e_{ijk} \approx N(0; \sigma_i^2)$, onde: Y_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; RU_i = efeito fixo do nível de uva ($i = 1$ à 5); T_j = efeito fixo do tempo de abertura dos silos experimentais ($j = 1$ à 5); $RU \times T_{ij}$ = efeito de interação; e_{ijk} = erro residual aleatório; N = distribuição normal; σ_i^2 = variância residual de cada tratamento. Os efeitos de tratamentos foram estudados utilizando contrastes ortogonais para avaliar os efeitos linear e quadrático. Foi utilizado um nível de significância de 5% para todas as análises.

5.3 Resultados e Discussão

Houve efeito linear crescente ($P > 0,05$) para as silagens com relação aos resultados obtidos para matéria seca (Tabela 1), reduzindo ao longo do período de armazenamento (Tabela 2). Conforme elevou-se as proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fécula de mandioca, ocorrendo aumento nos teores de matéria seca. Isto pode ser explicado em função das características de cada alimento, pois a silagem de coproduto de vitivinicultura apresentou percentual de matéria seca alta em função do seu processamento resultando em média 40,1% após o procedimento de prensagem das uvas. No entanto a fécula de mandioca apresentou em média 13% MS no momento da ensilagem, elevando-se para 18% de MS até os 120 dias de armazenamento enquanto que no trabalho realizado por Gonçalves et al. (2014) ao avaliarem a composição químico-bromatológica da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca, observaram que no momento da ensilagem o teor de MS foi de 12,83% e reduziu para 10,52% até os 56 dias de ensilagem.

Este aumento no teor de MS em todas as silagens avaliadas ao longo do tempo de armazenamento foi favorável, pois a redução na umidade é um fator importante para minimizar a população dos microrganismos do gênero *Clostridium*, os quais acarretam em fermentação butírica e deterioram as silagens (ROTZ; MUCK, 1994).

Para as variáveis MO, EE, PB, FDN, FDA, lignina, celulose, hemicelulose e a digestibilidade *in vitro* dos nutrientes, houve interação entre as silagens avaliadas e os tempos de armazenamento (Tabela 1). Com relação à matéria orgânica (MO) houve efeito linear ($P < 0,05$) para as silagens (Tabela 1) e efeito quadrático ($P < 0,05$) para os tempos de armazenamento (Tabela 2).

Tabela 7. Valores médios da composição químico-bromatológica e da digestibilidade *in vitro* dos nutrientes de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Variáveis	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³				
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Tempo	Int.	Linear	Quadrático
Matéria seca ⁴ (%MN)	13,0	20,0	27,1	32,8	40,1	0,130	<0,001	0,159	0,062	<0,001	0,537
Matéria orgânica ⁵ (%)	97,2	96,1	95,6	95,0	94,9	0,040	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Extrato etéreo ⁶ (%)	0,71	4,78	7,76	8,68	9,73	0,048	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Proteína bruta ⁷ (%)	1,83	6,99	9,80	11,2	11,5	0,028	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
Fibra em detergente neutro ⁸ (%)	49,5	54,4	60,3	60,4	60,5	0,130	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fibra em detergente ácido ⁹ (%)	34,9	44,5	49,1	49,0	52,2	0,110	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Lignina ¹⁰ (%)	7,40	4,33	5,92	13,0	16,4	0,062	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Celulose ¹¹ (%)	27,5	40,2	43,2	36,0	38,3	0,510	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001
Hemicelulose ¹² (%)	14,5	9,90	11,1	11,4	8,32	0,129	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,068
DIVMS ¹³ (%)	80,6	55,4	44,2	41,0	37,1	0,080	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DIVMO ¹⁴ (%)	82,6	56,6	46,5	40,5	36,6	0,100	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DIVPC ¹⁵ (%)	73,0	36,7	30,0	27,2	18,0	0,120	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
DIVPB ¹⁶ (%)	56,8	46,5	46,5	43,9	44,4	0,120	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Tempo: efeito do tempo de abertura do silo; Int: interação entre os efeitos de tratamento e do tempo de abertura; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; DIVPC: digestibilidade *in vitro* da parede celular; DIVPB: digestibilidade *in vitro* da proteína bruta; ⁴ $\hat{Y} = 13,0753 + 0,2688x$; ⁵ $\hat{Y} = 97,1773 - 0,04751x + 0,000246x^2$; ⁶ $\hat{Y} = 0,7107 + 0,1873x - 0,00098x^2$; ⁷ $\hat{Y} = 1,899 + 0,225x - 0,0013x^2$; ⁸ $\hat{Y} = 49,4038 + 0,2903x - 0,00181x^2$; ⁹ $\hat{Y} = 34,9557 + 0,3861x - 0,00215x^2$; ¹⁰ $\hat{Y} = 7,3859 - 0,2035x + 0,003482x^2$; ¹¹ $\hat{Y} = 27,5300 + 0,6920x - 0,00756x^2$; ¹² $\hat{Y} = 13,2400 - 0,04165x$; ¹³ $\hat{Y} = 80,5415 - 1,2088x + 0,009082x^2$; ¹⁴ $\hat{Y} = 82,5408 - 1,2477x + 0,009141x^2$; ¹⁵ $\hat{Y} = 72,9842 - 1,1720x + 0,006225x^2$; ¹⁶ $\hat{Y} = 55,7885 - 0,3253x + 0,002160x^2$.

Com relação aos teores de extrato etéreo (EE) verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para as silagens (Tabela 1) e efeito quadrático ($P < 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 2). Ao elevar as proporções do coproduto de vitivinicultura aumentou o percentual de EE, pois as sementes do coproduto de uva contêm elevados teores de extrato etéreo (YU; AHMEDNA, 2013).

A silagem de fécula de mandioca obteve menos de 2,00% de EE (Tabela 2), teores estes semelhantes ao relatado por Gonçalves et al. (2014) que ao avaliarem a composição químico-bromatológica da silagem de fécula de mandioca obtiveram em média 2,33% de extrato etéreo.

Constatou-se que o coproduto de vitivinicultura apresentou em média 8,58% de extrato etéreo no momento da ensilagem e aos 120 dias de armazenamento, e aos 30, 60 e 90 dias obteve média de 10% (Tabela 2). Esses valores corroboram com Maciel (2012) que ao avaliar a composição da silagem de bagaço de uva na alimentação de cordeiros obteve 8,02% de EE, e com Santos et al. (2014) que avaliaram a produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo óleo de soja e silagem de resíduo de uva e relataram teor de 10,50% de extrato etéreo na silagem de resíduo de uva.

Com relação aos teores de proteína bruta (PB) houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) para as silagens (Tabela 1) e efeito quadrático ($P < 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 2). A silagem de fécula de mandioca obteve valores inferiores a 2,00% de PB ao longo do período armazenado, teores semelhantes ao relatado por Gonçalves et al. (2014) que constataram média de 2,04% de PB da fécula de mandioca até 56 dias de armazenamento.

Estudos demonstram que ao ensilar alimentos com elevados teores de umidade, podendo ocorrer redução nos teores de proteína bruta ao longo do período de armazenamento, devido ao aumento na produção de efluentes que ocasiona em perdas de compostos nitrogenados (BERNARDINO et al., 2005; LOURES et al., 2003). Essas perdas não ocorreram nas silagens avaliadas no presente estudo, mantendo o teor de PB até os 120 dias de armazenamento.

O coproduto de vitivinicultura apresentou em média 12,10% de PB reduzindo para 10,70% até 120 dias de armazenamento (Tabela 2). Estes valores foram semelhantes aos relatados por Maciel (2012) que avaliou a composição da silagem de bagaço de uva na alimentação de cordeiros e obteve 13,16% de PB e, por Bahrami et al. (2010) que investigaram os efeitos de diferentes níveis de bagaço de uva seca sobre o desempenho de cordeiros machos e observaram 12,80% de PB. Porém diferiu do observado por Santos et al. (2014) os quais avaliaram dietas contendo óleo de soja e silagem de resíduo de uva para vacas leiteiras e relataram teor de 20,58 % de proteína bruta. Olivo et al. (2017) ao estudarem o valor nutricional de coprodutos da agroindústria e obtiveram 21,48% de PB para o resíduo de uva. Essa variação

no percentual de proteína bruta do coproduto de uva pode ser decorrente da variedade da uva (CAMARGO et al., 2011).

Tabela 8. Desdobramento de interações das variáveis matéria orgânica (%), extrato etéreo (%) e proteína bruta (%) de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Matéria orgânica (%)									
D0	97,5	96,5	95,9	95,6	94,5	0,080	<0,001	<0,001	0,600
D30	97,4	96,2	95,5	94,5	95,0	0,080	<0,001	<0,001	<0,001
D60	97,1	96,2	95,8	95,0	95,4	0,080	<0,001	<0,001	0,002
D90	97,0	96,0	95,7	95,0	95,4	0,080	<0,001	<0,001	0,002
D120	96,9	95,5	94,9	94,8	93,9	0,080	<0,001	<0,001	0,028
Extrato etéreo (%)									
D0	0,80	4,98	7,99	9,16	8,58	0,107	<0,001	<0,001	<0,001
D30	1,16	5,24	7,54	8,62	10,6	0,107	<0,001	<0,001	<0,001
D60	0,48	5,02	8,13	9,13	10,2	0,107	<0,001	<0,001	<0,001
D90	0,45	4,34	8,43	8,99	10,7	0,107	<0,001	<0,001	<0,001
D120	0,66	4,33	6,71	7,50	8,59	0,107	<0,001	<0,001	<0,001
Proteína bruta (%)									
D0	1,79	7,12	9,96	11,5	12,1	0,064	<0,001	<0,001	<0,001
D30	1,78	7,26	10,1	11,4	11,9	0,064	<0,001	<0,001	<0,001
D60	1,62	6,76	9,69	10,8	11,4	0,064	<0,001	<0,001	<0,001
D90	2,19	7,04	10,0	11,0	11,4	0,064	<0,001	<0,001	<0,001
D120	1,79	6,77	9,28	11,1	10,7	0,064	<0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) apresentou efeito linear ($P < 0,05$) para as silagens (Tabela 1) e efeito quadrático ($P < 0,05$) para os tempos de armazenamento (Tabela 3). Aos 90 dias de armazenamento a silagem de coproduto de fécula de mandioca obteve teor máximo de 55,4% de FDN, enquanto que a silagem com 25% de coproduto de vitivinicultura constatou valor máximo de 59,0% de FDN. Já as silagens com 50%, 75% e 100% de coproduto de uva constataram maiores teores aos 60 dias, com 64,5%, 63,1% e 62,4%, respectivamente (Tabela 3). Estes aumentos podem estar correlacionados com o aumento da concentração de hemicelulose nesses períodos de armazenamento (Tabela 3), uma vez que esta juntamente com a celulose e a lignina, compõem a fibra em detergente neutro (VAN SOEST, 1994).

Tabela 3. Desdobramento das interações das variáveis fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina, celulose e hemicelulose de silagem de coproduto de fécularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Fibra em detergente neutro (%)									
D0	47,1	53,7	59,9	59,2	58,2	0,280	<0,001	<0,001	<0,001
D30	44,7	50,5	56,9	58,8	62,3	0,280	<0,001	<0,001	<0,001
D60	53,1	53,4	64,5	63,1	62,4	0,280	<0,001	<0,001	<0,001
D90	55,4	59,0	60,6	60,0	59,4	0,280	<0,001	<0,001	<0,001
D120	47,0	55,4	59,4	60,8	60,2	0,280	<0,001	<0,001	<0,001
Fibra em detergente ácido (%)									
D0	31,3	39,2	47,3	46,9	51,0	0,240	<0,001	<0,001	<0,001
D30	32,3	39,3	43,0	44,9	51,5	0,240	<0,001	<0,001	0,145
D60	35,1	46,0	53,5	49,3	51,1	0,240	<0,001	<0,001	<0,001
D90	38,0	49,1	50,9	51,6	52,7	0,240	<0,001	<0,001	<0,001
D120	38,0	49,1	51,0	52,1	54,6	0,240	<0,001	<0,001	<0,001
Lignina (%)									
D0	10,3	6,39	9,15	15,3	13,9	0,139	<0,001	<0,001	<0,001
D30	6,68	5,70	8,70	19,4	20,8	0,139	<0,001	<0,001	<0,001
D60	6,53	3,73	6,48	16,8	21,6	0,139	<0,001	<0,001	<0,001
D90	6,66	3,07	2,75	6,54	13,0	0,139	<0,001	<0,001	<0,001
D120	6,82	2,76	2,54	6,93	12,7	0,139	<0,001	<0,001	<0,001
Celulose (%)									
D0	20,9	32,8	38,1	31,7	49,5	1,150	<0,001	0,000	0,987
D30	25,6	33,6	34,3	25,4	30,7	1,150	<0,001	0,854	0,206
D60	28,5	42,3	47,0	32,5	29,6	1,150	<0,001	0,510	0,000
D90	31,4	46,0	48,1	45,0	39,7	1,150	<0,001	0,186	0,001
D120	31,2	46,3	48,5	45,1	41,9	1,150	<0,001	0,093	0,002
Hemicelulose (%)									
D0	15,9	14,5	12,7	12,3	7,17	0,288	<0,001	<0,001	0,022
D30	12,4	11,3	13,8	13,9	10,8	0,288	0,001	0,766	0,015
D60	18,0	7,37	11,1	13,8	11,3	0,288	<0,001	0,004	<0,001
D90	17,4	9,90	9,77	8,38	6,74	0,288	<0,001	<0,001	0,000
D120	9,00	6,37	8,39	8,77	5,63	0,288	0,001	0,066	0,306

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Tempo: efeito do tempo de abertura do silo; Int: interação entre os efeitos de tratamento e do tempo de abertura; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

A concentração de fibra em detergente ácido (FDA) também apresentou efeito linear ($P<0,05$) para as silagens (Tabela 1) e efeito quadrático ($P<0,05$) para os tempos de armazenamento (Tabela 3). A silagem de fécula de mandioca aumentou de 31,3% no momento da ensilagem para 38,0% aos 120 dias, enquanto que a silagem de coproduto de uva passou de 51,02% para 54,57% de FDA. Esses aumentos nos teores de FDA ao longo do período ensilado podem ser ocasionados pelo consumo de carboidratos solúveis através dos microrganismos

durante o processo fermentativo acarretando na elevação da fração fibrosa, reduzindo o valor nutricional das silagens (BALIEIRO NETO et al., 2007).

Santos et al. (2014) relataram concentração de 58,35% e 43,14% de FDN e FDA, respectivamente na silagem de resíduo de uva, Gonçalves et al (2014) constataram teor de 42,23% e 30,88% de FDN e FDA, respectivamente para silagem de fécula de mandioca, sendo considerados inferiores aos obtidos no presente trabalho.

Com relação aos teores de lignina houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para as silagens e ao longo do período armazenado (Tabela 3). A medida em que aumentou as proporções de coproduto de vitivinicultura elevou-se a concentração de lignina e em todas as silagens ocorrem redução do momento da ensilagem até os 120 dias armazenamento. Constatou-se no presente trabalho que a silagem de fécula de mandioca apresentou maior teor de lignina no momento da ensilagem com 10,32%, entretanto, Gonçalves et al. (2014) ao avaliarem a silagem de fécula de mandioca obtiveram 20,94% de lignina aos 56 dias de armazenamento.

Estudos demonstram que o conteúdo de lignina em silagem de coproduto de uva pode ser alto, 10,14% (Santos et al., 2014), 22,87% (Tosto et al., 2007), 22% (Barroso et al., 2006), 26% (Baumgartel et al., 2006), 46,89% (Maciel, 2012), o que pode consistir em maior proporção nas sementes (49,81%) do que na bagaço (20,94%) da uva, como relatado por Nornberg et al. (2002). Outros autores observaram teores de 41% (CORREDDU et al, 2015), 40,8% (SPANGHERO et al, 2009) de lignina nas sementes de uva, uma vez que elevados teores de lignina podem ser considerados como fator limitante, pois reduz a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes (Santos et al., 2014). De acordo com Guerra Rivas (2015) ao avaliar a utilização do resíduo de uva na dieta de ovelhas relatou que a proporção de sementes neste resíduo foi em média 47,2%.

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) para celulose e efeito linear ($P < 0,05$) para hemicelulose (Tabela 1). As concentrações de celulose aumentaram com o processo de ensilagem, podendo ser acarretadas pelas perdas de outros constituintes da matéria seca, como os carboidratos não estruturais (BUCKMASTER et al., 1989). O processo de ensilagem reduziu a concentração de hemicelulose em todas as silagens até os 120 dias (Tabela 3). A redução da hemicelulose pode ter sido decorrente da hidrólise das ligações covalentes do tipo éster (LOPES et al., 2009), através da ação dos fungos (SCHMIDT et al., 2003) e das hemicelulases bacterianas (homo e heteroláticas) (MCDONALD et al., 1991; WOOLFORD, 1994).

Constatou-se que aos 120 dias de armazenamento todas as silagens tiveram abaixo de 10% de hemicelulose. O consumo dessa pode ter sido ocasionado pela ação dos microrganismos, pois na falta de carboidratos solúveis, eles utilizam a hemicelulose como

substrato para crescimento e multiplicação (EVANGELISTA et al., 2009). Santos et al. (2014) relataram concentração de 33,00% de celulose na silagem de resíduo de uva e, Gonçalves et al (2014) constataram teor de 18,86% e 9,65% de celulose e hemicelulose respectivamente para silagem de fécula de mandioca, sendo considerados inferiores aos obtidos no presente trabalho.

Tabela 4. Desdobramento das interações das variáveis digestibilidade *in vitro* da matéria seca, da matéria orgânica, da parede celular e da proteína bruta de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (%)									
D0	80,6	60,8	59,7	52,6	35,3	0,19	<0,001	<0,001	0,547
D30	80,2	58,0	48,1	42,4	42,8	0,19	<0,001	<0,001	<0,001
D60	82,9	55,4	42,4	40,3	40,1	0,19	<0,001	<0,001	<0,001
D90	78,9	52,5	37,1	36,2	36,7	0,19	<0,001	<0,001	<0,001
D120	80,4	50,6	34,0	33,5	30,8	0,19	<0,001	<0,001	<0,001
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica (%)									
D0	84,1	63,2	62,7	55,2	34,7	0,23	<0,001	<0,001	0,001
D30	82,9	59,0	48,6	41,9	42,1	0,23	<0,001	<0,001	<0,001
D60	82,9	56,1	42,6	39,0	39,7	0,23	<0,001	<0,001	<0,001
D90	81,8	53,5	41,1	33,7	36,7	0,23	<0,001	<0,001	<0,001
D120	81,2	51,1	37,3	32,5	29,7	0,23	<0,001	<0,001	<0,001
Digestibilidade <i>in vitro</i> da parede celular (%)									
D0	73,6	49,2	42,4	31,9	12,8	0,27	<0,001	<0,001	0,007
D30	73,3	37,1	34,5	40,5	21,0	0,27	<0,001	<0,001	<0,001
D60	71,6	34,1	28,9	25,6	28,3	0,27	<0,001	<0,001	<0,001
D90	80,2	31,7	27,1	24,9	15,4	0,27	<0,001	<0,001	<0,001
D120	66,4	31,5	17,4	13,2	12,4	0,27	<0,001	<0,001	<0,001
Digestibilidade <i>in vitro</i> da proteína bruta (%)									
D0	49,3	46,8	50,3	50,9	42,3	0,28	<0,001	<0,001	<0,001
D30	54,4	48,5	41,6	39,3	43,0	0,28	<0,001	<0,001	<0,001
D60	49,3	43,4	48,9	42,1	41,9	0,28	<0,001	<0,001	0,667
D90	41,6	46,4	50,5	42,1	52,8	0,28	<0,001	<0,001	0,781
D120	89,2	47,7	41,3	45,1	42,2	0,28	<0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

Para as variáveis DIVMS, DIVMO, DIVPC e DIVPB houve efeito quadrático (P<0,05) para as silagens e tempos de armazenamento (Tabelas 1 e 4). A digestibilidade *in vitro* da MS, MO, PB e PC foram maiores na silagem de coproduto de fécula de mandioca (Tabela 4), sendo coerentes com o fracionamento de carboidratos (Tabela 5), em que a maior parte dos carboidratos estão distribuídos na fração A, ou seja, maior quantidade de açúcares simples, amido e pectina, uma vez que a fécula de mandioca é um alimento com elevadas concentrações

de amido. A *DIVMS* e a *DIVMO* obtiveram teores semelhantes com maiores percentuais para a silagem de coproduto de fecularia de mandioca, reduzindo com o aumento das proporções de coproduto de vitivinicultura.

Para a fécula de mandioca observou-se valores de 80,4% para digestibilidade *in vitro* da MS e de 81,2% de digestibilidade *in vitro* da MO até os 120 dias de armazenamento o que corrobora com os teores obtidos por Almeida (2017) ao avaliar a qualidade nutricional da silagem de coproduto de fecularia de mandioca até 120 dias de ensilagem, constatando valores superiores para *DIVMS* (93,18%), e inferiores para *DIVMO* (69,05%). Os teores de digestibilidade *in vitro* da MS e da MO obtidos no presente trabalho podem estar relacionados com a degradabilidade do amido da mandioca que contribui para uma alta digestibilidade dos compostos orgânicos (CALDAS NETO et al., 2000).

A silagem de resíduo de uva obteve concentrações de *DIVMS* semelhantes ao relatado por Grande et al. (2010) que ao avaliarem a ensilagem deste mesmo coproduto observaram 41,66% de *DIVMS*. No entanto, Nornberg et al. (2002) constataram teores inferiores de *DIVMS* em média 23,95%, obtendo menor digestibilidade nas sementes (27,08%) comparando ao bagaço (33,75%). Com relação a silagem de fécula de mandioca, o presente trabalho demonstrou valores superiores ao observado por Gonçalves (2011) ao avaliar a silagem de fécula de mandioca que obteve 67,87% *DIVMS*.

A silagem de fécula de mandioca apresentou maiores valores de *DIVPC* e a medida em que aumentou a proporção de coproduto de vitivinicultura, reduziu-se o percentual da digestibilidade da FDN (Tabela 4). Estes valores podem ser explicados pela variação no fracionamento de carboidratos (Tabela 7), já que pode-se observar que a fécula de mandioca apresentou menor quantidade da fração C (26,1%), quando comparado ao coproduto de uva (45,2%), no momento da ensilagem, reduzindo com o tempo de armazenamento. Os valores observados para a digestibilidade da FDN para fécula de mandioca reduziram de 73,6% para 66,4% até 120 dias de armazenamento, corroborando com o observado por Almeida (2017) que em seu estudo constatou redução de 72,62% para 69,05% durante o período de ensilagem.

A digestibilidade *in vitro* da PB obteve maior valor para a silagem de fécula de mandioca (89,2%) aos 120 dias, enquanto que a silagem de coproduto de vitivinicultura apresentou maior teor de *DIVPB* (52,8%) aos 90 dias ensilagem (Tabela 4), sendo superior ao reportado por Grande et al. (2010) ao avaliar a digestibilidade *in vitro* da silagem de resíduo de uva com diferentes níveis de ureia que observaram valores inferiores (28,12%) ao presente estudo, demonstrando que a baixa digestibilidade é característica deste coproduto.

Para o fracionamento de proteínas e de carboidratos houve interação ($P < 0,05$) entre as

silagens e os tempos de armazenamento (Tabela 5). Em relação a fração A da proteína (Tabela 6), que corresponde aos compostos nitrogenados não-proteicos, as silagens com 0%, 25% e 50% de coproduto de vitivinicultura obtiveram teores máximos de 21,5%, 22,3% e 24,3% desta fração, respectivamente aos 90 dias de armazenamento. Entretanto as silagens com 75% e 100% de coproduto de vitivinicultura apresentaram teores máximos de 28,7% e 13,9% no momento da ensilagem. Fernandes (2014) ao investigar a utilização de resíduo da extração do amido da mandioca seco na alimentação de ruminantes obteve média de 20,04% da fração A das proteínas semelhante ao relatado no presente trabalho para a fécula de mandioca aos 90 dias de ensilagem, porém foi superior ao resultado constatados nos demais tempos de armazenamento.

A fração B₁ (Tabela 6), considerada altamente degradável foi maior para a fécula de mandioca e para o coproduto de uva, com média de 7,25% e 6,06%, respectivamente, aos 120 dias corroborando com Fernandes (2014) que constatou teor de 7,08% no resíduo da extração do amido da mandioca seco. A fração B₂ (Tabela 6), que possui taxas de degradação intermediárias reduziu com o tempo de armazenamento para todas as silagens avaliadas, obtendo maior teor para o coproduto de uva (44,1%) aos 30 dias de armazenamento.

A fração B₃ (Tabela 6), ou seja, proteína associada à parede celular, foi maior para a fécula de mandioca até os 60 dias (38,1%), reduzindo aos 120 dias (14,8%) chegando a valores semelhantes ao relatado por Fernandes (2014) com 15,78% para o resíduo da extração do amido da mandioca seco. A fração C (Tabela 6), que se refere ao nitrogênio insolúvel em detergente ácido, correlacionado a lignina, constatou aumento em todas as silagem ao longo do tempo de ensilagem resultando em 19,0% para a fécula de mandioca no momento de ensilagem e elevando-se para 34,4% aos 120 dias de armazenamento, sendo semelhante ao obtido por Fernandes (2014) que ao avaliar o resíduo da extração do amido da mandioca seco constatou 30,28% desta fração.

Em termos de fracionamento de carboidratos (Tabela 7), a fração A (alta degradabilidade, composta por ácidos orgânicos e carboidratos solúveis) + B₁ (constituída de amido e pectina) foi maior para a fécula de mandioca aos 30 dias (52,7%), e reduziu com o aumento das proporções de coproduto de uva, devido ao fato de que a fécula de mandioca é composta por elevados teores de amido. Almeida (2017) e Fernandes (2014) constaram valores de 59,52% e 60,78%, respectivamente, superiores ao presente trabalho.

Tabela 5. Valores médios do fracionamento de proteínas e carboidratos de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Variáveis	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³				
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Tempo	Int.	Linear	Quadrático
Fracionamento de Proteína											
Fração A ⁴ (% PB)	12,6	19,5	20,0	20,5	12,0	0,43	<0,001	<0,001	<0,001	0,975	<0,001
Fração B ₁ ⁵ (% PB)	4,64	5,59	4,31	3,06	5,92	0,20	<0,001	<0,001	0,004	0,985	0,035
Fração B ₂ ⁶ (% PB)	24,9	25,1	28,5	30,6	37,2	0,46	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,010
Fração B ₃ ⁷ (% PB)	30,3	23,0	21,0	20,6	21,2	0,51	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001
Fração C ⁸ (% PB)	27,7	26,7	26,1	25,2	23,7	0,30	0,002	<0,001	<0,001	0,001	0,006
Fracionamento de Carboidratos											
Carboidratos totais ⁹ (%)	94,6	84,3	78,0	75,1	73,6	0,07	<0,001	<0,001	0,032	<0,001	<0,001
Frações A + B ₁ ¹⁰ (% CT)	47,3	35,6	24,5	19,9	18,3	0,27	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Frações B ₂ ¹¹ (% CT)	33,9	52,0	57,3	38,4	28,3	0,30	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Frações C ¹² (% CT)	18,8	12,3	18,2	41,6	53,4	0,19	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Carboidratos não-fibrosos ¹³ (%)	45,2	29,9	17,7	14,8	13,1	0,15	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
CHOS ¹⁴ (g kg ⁻¹)	27,8	29,8	26,1	23,6	23,1	0,11	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Tempo: efeito do tempo de abertura do silo; Int: interação entre os efeitos de tratamento e do tempo de abertura; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura; CHOS: carboidratos solúveis; ⁴ $\hat{Y} = 12,531 + 0,3605x - 0,00363x^2$; ⁵ $\hat{Y} = 5,2469 - 0,04372x + 0,000438x^2$; ⁶ $\hat{Y} = 25,1979 - 0,02220x + 0,001379x^2$; ⁷ $\hat{Y} = 28,0696 - 0,2331x + 0,001690x^2$; ⁸ $\hat{Y} = 27,3773 - 0,01802x - 0,00017x^2$; ⁹ $\hat{Y} = 94,5889 - 0,4576x + 0,002496x^2$; ¹⁰ $\hat{Y} = 48,0708 - 0,6024x + 0,003036x^2$; ¹¹ $\hat{Y} = 34,2009 + 0,9698x - 0,01034x^2$; ¹² $\hat{Y} = 18,7253 - 0,4580x + 0,008939x^2$; ¹³ $\hat{Y} = 45,1868 - 0,7328x + 0,004141x^2$; ¹⁴ $\hat{Y} = 33,5798 - 0,1767x + 0,000707x^2$.

Tabela 6. Desdobramento das interações do fracionamento de proteínas de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat.	Linear	Quadrático
Fração A (% PB)									
D0	14,1	18,0	22,5	28,7	13,9	0,964	<0,001	0,234	0,001
D30	15,7	19,7	14,9	16,1	9,56	0,964	0,000	0,071	0,109
D60	10,0	13,1	17,5	16,3	11,1	0,964	0,040	0,531	0,023
D90	21,5	22,3	24,3	21,8	11,9	0,964	<0,001	0,028	0,009
D120	1,47	24,5	21,0	19,5	13,7	0,964	<0,001	0,030	<0,001
Fração B1 (% PB)									
D0	2,56	3,75	3,45	3,00	4,00	0,423	0,823	0,527	0,892
D30	4,05	5,21	4,06	2,96	2,26	0,423	0,135	0,090	0,356
D60	3,85	3,91	4,56	3,03	6,77	0,423	0,108	0,148	0,195
D90	5,49	8,59	4,03	2,87	10,5	0,423	<0,001	0,206	0,003
D120	7,25	6,50	5,46	3,45	6,06	0,423	0,002	0,115	0,153
Fração B2 (% PB)									
D0	26,1	31,3	26,8	24,3	35,8	1,02	0,002	0,137	0,126
D30	26,3	30,0	36,4	35,7	44,1	1,02	0,000	<0,001	0,831
D60	14,0	31,8	25,8	30,6	38,7	1,02	<0,001	<0,001	0,364
D90	16,0	11,7	26,2	31,8	38,6	1,02	<0,001	<0,001	0,167
D120	42,1	20,8	27,2	30,7	28,7	1,02	<0,001	0,046	0,001
Fração B3 (% PB)									
D0	38,2	27,3	22,7	19,1	24,8	1,14	0,001	0,001	0,002
D30	30,2	23,9	22,9	26,1	22,7	1,14	0,442	0,194	0,341
D60	38,1	20,1	20,2	20,2	20,9	1,14	0,003	0,001	0,001
D90	30,0	27,2	19,6	18,4	14,4	1,14	0,000	0,000	0,722
D120	14,8	16,6	19,7	19,1	22,9	1,14	0,216	0,060	0,990
Fração C (% PB)									
D0	19,0	19,7	24,6	24,9	21,5	0,68	0,005	0,087	0,042
D30	23,8	21,2	21,7	19,1	21,4	0,68	0,566	0,238	0,286
D60	34,1	31,1	32,0	29,8	22,6	0,68	<0,001	0,000	0,068
D90	27,0	30,1	25,8	25,1	24,6	0,68	0,003	0,097	0,551
D120	34,4	31,5	26,5	27,2	28,6	0,68	0,003	0,009	0,026

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

A fração B₂ (carboidratos fibrosos potencialmente degradáveis) aumentou com o tempo de armazenamento, sendo que a silagem de fécula de mandioca e o coproduto de uva obtiveram menor teor no momento da ensilagem, 26,6% e 32,0% respectivamente. Fernandes (2014) e Almeida (2017) constataram teor de 31,35% e 25,94%, respectivamente, semelhantes ao obtido para fécula de mandioca no presente trabalho aos 30 dias (30,3%) de armazenamento. A fração C, constituída de lignina (carboidratos fibrosos não degradáveis) foi maior para a silagem de coproduto de vitivinicultura, em função dos elevados teores de lignina presentes na uva.

Tabela 7. Desdobramento das interações do fracionamento de carboidratos de silagem de coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções e tempos de armazenamento

Tempo	Tratamentos ¹					EPM ²	Probabilidades ³		
	0%	25%	50%	75%	100%		Trat	Linear	Quadrático
Carboidratos totais (%)									
D0	95,0	84,4	77,9	74,9	73,9	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
D30	94,5	83,7	77,9	74,5	72,5	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
D60	95,0	84,4	78,0	75,1	73,8	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
D90	94,3	84,6	77,3	75,0	73,3	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
D120	94,5	84,4	78,9	76,2	74,6	0,15	<0,001	<0,001	<0,001
Frações A + B1 (% CT)									
D0	47,3	36,6	25,1	22,5	22,8	0,60	<0,001	<0,001	<0,001
D30	52,7	39,9	27,6	21,9	15,0	0,60	<0,001	<0,001	0,001
D60	43,3	36,5	19,4	16,7	16,2	0,60	<0,001	<0,001	<0,001
D90	43,0	30,6	24,1	17,7	18,0	0,60	<0,001	<0,001	<0,001
D120	50,3	34,6	26,2	20,9	19,5	0,60	<0,001	<0,001	<0,001
Frações B2 (% CT)									
D0	26,6	45,2	46,8	28,6	32,0	0,68	<0,001	0,296	<0,001
D30	30,3	43,8	45,6	15,5	16,2	0,68	<0,001	<0,001	<0,001
D60	40,2	52,9	60,7	29,6	13,7	0,68	<0,001	<0,001	<0,001
D90	40,1	60,7	67,3	61,3	39,6	0,68	<0,001	0,955	<0,001
D120	32,4	57,6	66,1	57,3	39,8	0,68	<0,001	0,012	<0,001
Frações C (% CT)									
D0	26,1	18,2	28,2	48,9	45,2	0,43	<0,001	<0,001	<0,001
D30	17,0	16,4	26,8	62,6	68,8	0,43	<0,001	<0,001	<0,001
D60	16,5	10,6	20,0	53,7	70,1	0,43	<0,001	<0,001	<0,001
D90	16,9	8,7	8,5	20,9	42,4	0,43	<0,001	<0,001	<0,001
D120	17,3	7,9	7,7	21,8	40,7	0,43	<0,001	<0,001	<0,001
Carboidratos não-fibrosos (%)									
D0	47,8	30,6	18,0	15,7	15,7	0,34	<0,001	<0,001	<0,001
D30	49,8	33,1	21,1	15,8	10,2	0,34	<0,001	<0,001	<0,001
D60	41,9	31,1	13,4	12,0	11,4	0,34	<0,001	<0,001	<0,001
D90	38,9	25,6	16,6	15,1	13,9	0,34	<0,001	<0,001	<0,001
D120	47,5	28,9	19,5	15,4	14,4	0,34	<0,001	<0,001	<0,001
CHOS (g kg ⁻¹)									
D0	21,5	28,0	27,4	20,7	22,1	0,24	<0,001	0,003	<0,001
D30	26,6	28,9	26,7	27,4	23,3	0,24	<0,001	0,002	<0,001
D60	31,9	29,5	26,0	26,4	28,2	0,24	<0,001	<0,001	<0,001
D90	24,0	26,7	21,0	22,1	22,6	0,24	<0,001	<0,001	0,227
D120	34,9	35,9	29,2	21,6	19,1	0,24	<0,001	<0,001	0,006

¹Tratamentos: proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto fécula de mandioca: 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da MN; ²Erro padrão da média; ³Probabilidades: Trat: efeito de tratamento; Linear e quadrático: probabilidades para o efeito linear e quadrático níveis de coproduto de vitivinicultura.

Os carboidratos totais (CT) foram maiores para a fécula de mandioca, em média 94% durante todo o armazenamento, corroborando com o relatado por Fernandes (2014) e Almeida

(2017), com 96,76% e 94,11%, respectivamente. O coproduto de uva obteve teor de 73,9% no momento da ensilagem e aumentou para 74,6% aos 120 dias de ensilagem, resultados esses diferentes dos observados por Tosto et al. (2007) que ao avaliarem a composição química do resíduo desidratado de vitivinícolas observaram 65,2% de carboidratos totais.

Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram maiores para a silagem de fécula de mandioca, em média 47%, sendo inferior ao obtido por Almeida (2017) e Fernandes (2014), com 54,90% e 57,39% de CNF, respectivamente. O coproduto de vitivinicultura apresentou teor inferior a 16% em todos os tempos de armazenamento, corroborando com Santos (2011) (7,76%) ao avaliar silagem de bagaço de uva.

Os carboidratos solúveis (CHOS) aumentaram com o tempo de armazenamento para as silagens com 0%, 25% e 50% de coproduto de vitivinicultura. No entanto as silagens com 75% e 100% de coproduto de vitivinicultura reduziram com o tempo de armazenamento com relação aos carboidratos solúveis, o que pode ter sido ocasionado pela ação das leveduras, as quais consumiram esses CHOS e reduziram a *DIVMS*, uma vez que estas leveduras acarretam na produção de CO_2 no processo fermentativo dos carboidratos solúveis à etanol (SIQUEIRA et al., 2007).

5.4 Conclusão

O aumento das proporções de coproduto de vitivinicultura na silagem de coproduto de fecularia de mandioca eleva a concentração dos nutrientes, porém reduz a digestibilidade desses, além de aumentar a fração C dos carboidratos, devido ao alto teor de lignina.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A. et al. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.12-518, 2006.
- ALMEIDA, K, V. **Silagem de coproduto de fecularia de mandioca e ureia protegida na dieta de vacas em lactação**. 2017. 78p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**.16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- BAHRAMI, Y.; FOROOZANDEH, A.D.; ZAMANI, F. et al. Effect of diet with varying levels of dried grape pomace on dry matter digestibility and growth performance of male lambs. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v.6, n.1, p.605-610, 2010.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BARROSO, D.D.; ARAUJO, G.G.L.; SILVA, D.S. et al. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, p.767-773, 2006.
- BAUMGARTEL, T.; KLUTH, H.; EPPERLEIN, K.; et al. A note on digestibility and energy value for sheep of different grape pomace. **Small Ruminant Research**, v.67, p.302-306, 2007.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005.
- BUCKMASTER, D. R.; ROTZ, C. A.; MERTENS, D. R. A model of alfalfa hay storage. Transactions of the ASAE. **Transactions of the ASAE**, v.32, n.1, p.30-36, 1989.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. O. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidades total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.2099-2108, 2000.
- CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na Viticultura Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, p.144-149, 2011.
- CHAVES, B.W.; STEFANELLO, F.S.; BURIN, A.P. et al. Utilização de resíduos industriais na dieta de bovinos leiteiros. **Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology**, v.18, p.150-156, 2014.
- CORREDDU, F.; NUDDA, A.; BATTACONE, G. et al. Effects of grape seed supplementation, alone or associated with linseed, on ruminal metabolism in Sarda dairy sheep. **Animal feed science and technology**, v.199, p.61-72, 2015.

- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.
- EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R.; LIMA, J.A. et al. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009.
- FERNANDES, T. **Utilização de resíduo da extração do amido da mandioca seco na alimentação de ruminantes**. 2014. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- GOERIN, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1975. **Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications) Agriculture Handbook 379**. United States Departamento f Agriculture. 20p.
- GONÇALVES, J.A.G. **Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes**. 2011. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- GONÇALVES, J.A.G.; ZAMBOM, M.A.; FERNANDES, T. et al. Composição químico-bromatológica e perfil de fermentação da silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca. **Bioscience Journal**, v.30, n.2, 2014.
- GRANDE, P.A.; SANTOS, N.W.; SANTOS, G.T.; et al. Digestibilidade *in vitro* da silagem de resíduo de uva com diferentes níveis de ureia e dias de ensilagem. In: 47 reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais... 47 Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010**.
- GUERRA RIVAS, C.M. **Empleo de orujo de uva en la alimentación del ganado ovino**. 2015. 241p. Tesis (Doctorado en Investigación en Ingeniería para el Desarrollo Agroforestal) - Universidad de Valladolid, Campus de Palencia – Valladolid, Espanha.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.82, p.171794, 1999.
- LEONEL, M.C. O farelo, subproduto da extração de fécula de mandioca. CEREDA, M.P. (ed) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**, v.4, p.211-218, 2001.
- 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.
- LOPES, W.B.; PIRES, A.J.V.; SALES, R.M.P. et al. Capim-elefante tratado com compostos alcalinos. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.10, n.3, p.714-722, 2009.
- LOURES, D.R.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; et al. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem do capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003 (supl. 2).

- MACIEL, M.B. **Níveis de inclusão de silagem de bagaço de uva na dieta de cordeiros em fase de terminação**. 2012. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- NORNBERG, J.L.; MELLO, R.O.; FOGAÇA, A. et al. Características química-bromatológicas de silagens de bagaço de Uva. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. 39., 2002, Recife. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.
- OLIVO, P.M.; SANTOS, G.T.D.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Assessing the nutritional value of agroindustrial co-products and feed through chemical composition, in vitro digestibility, and gas production technique. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.39, n.3, p.289-295, 2017.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. **Forage, quality, evaluation, and utilization**. p.828-868, 1994.
- SANTOS, N.W. **Silagem de resíduo de uva como fonte de antioxidante em dietas com óleo de soja para vacas leiteiras**. 2011. 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SANTOS, N.W.; SANTOS, G.T.D.; SILVA-KAZAMA, D.C. et al. Production, composition and antioxidants in milk of dairy cows fed diets containing soybean oil and grape residue silage. **Livestock Science**, v.159, p.37-45, 2014.
- SAS Institute. 2009. SAS Proprietary Software, Release 9.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- SCHMIDT, P.; WECHSLER, F. S.; NASCIMENTO, J. S. et al. Tratamento do feno de braquiária pelo fungo *Pleurotus ostreatus*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1866-1871, 2003.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SPANGHERO, M.; SALEM, A.Z.M.; ROBINSON, P. H. Chemical composition, including secondary metabolites, and rumen fermentability of seeds and pulp of Californian (USA) and Italian grape pomaces. **Animal Feed Science and Technology**, v.152, n.3, p.243-255, 2009.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**. v.18, n.2, p.104-111, 1963.

- TOSTO, M.S.L.; ARAUJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L.; et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, p. 239-249, 2007.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v.52, p. 780-785, 1968.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991
- WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1994, p. 305.
- YU, J.; AHMEDNA, M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. **International Journal of Food Science & Technology**, v.48, n.2, p.221-237, 2013.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ensilagem do coproduto de fecularia de mandioca e de vitivinicultura em diferentes proporções (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) foi satisfatória com relação aos parâmetros microbiológicos até os 120 dias de armazenamento, pois reduziu os microrganismos indesejáveis, como os *Clostridium* spp., sendo capaz de inibir o crescimento de enterobactérias ao longo do período armazenado.

Dentre os tratamentos avaliados, pode-se constatar que é mais vantajosa a ensilagem dos alimentos de forma separada, uma vez que quando adicionados coproduto de vitivinicultura ao coproduto de fécula de mandioca ocorre quebra de estabilidade aeróbia, ou seja, há aumento da temperatura e do pH do material ensilado. Ao ensilar apenas o coproduto de fécula de mandioca ou o coproduto de uva, a estabilidade aeróbia se mantém até 120 dias de armazenamento. No entanto, o aumento das proporções de coproduto de vitivinicultura eleva a concentração dos nutrientes, porém reduz a digestibilidade destes, além de reduzir as perdas por efluentes e por gases.

O coproduto de fecularia de mandioca e o coproduto de vitivinicultura podem ser utilizados na alimentação de ruminantes de modo a serem conservados como silagem, desde que sejam bem compactados e vedados a fim de evitar a entrada de oxigênio, reduzindo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e garantindo uma fermentação adequada. Outro fator que favorece a utilização destes é a fácil aquisição na região em questão, além do baixo custo.