

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Dissertação

Avaliação do processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagem de dieta total com inclusão de torta de oliva

Mestrando: João Pedro Soares Falson

Orientador: Carlos Henrique Silveira Rabelo

Pelotas, 2021

João Pedro Soares Falson

Avaliação do processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagem de dieta total com inclusão de torta de oliva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Carlos Henrique Silveira Rabelo

Coorientador: Jorge Schafhäuser Júnior

Pelotas, 2021

João Pedro Soares Falson

Avaliação do processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagem de dieta total com inclusão de torta de oliva

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 21 de julho de 2021.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo (Orientador), Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista

Prof. Dr. Carlos Eduardo da Silva Pedroso, Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa

Dedicatória

Aos meus pais Bernardo Falson e Ana Thereza Coutinho Soares Falson, por todo amor despendido, por sempre acreditarem e confiarem em mim.

Ao meu pai, obrigado por sempre acreditar nos meus sonhos. Obrigado por ser meu maior incentivador. Obrigado por me ensinar a trabalhar e principalmente, obrigado por me ensinar a nunca desistir.

A minha mãe, obrigado por ser minha mãe. Obrigado por me ensinar o que é uma família. Obrigado por cuidar de todos nós. Obrigado por me dar o teu caráter.

Agradecimentos

A minha noiva Caroline Farias, amiga, companheira, incentivadora, porto seguro e fonte de inspiração. Obrigado por compartilhar a vida comigo, obrigado por me fazer mais feliz todos os dias. Te amo.

Ao meu irmão Luiz Antônio, meu melhor amigo. A melhor pessoa que tive a oportunidade de conhecer. Estamos juntos sempre, te amo.

A Universidade Federal de Pelotas no nome do meu orientador Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo. A este agradeço por ser um orientador na verdadeira essência da palavra. Obrigado por ser uma referência profissional! Exemplo de ética, seriedade e competência! Agradeço também pela confiança depositada em mim e pela oportunidade de desfrutar da tua amizade, obrigado.

Ao meu “ermão” Tierri, que sorte poder desfrutar da amizade de um gaúcho como tu. Que possamos seguir nos amadrinhando nas gauchadas da vida! *“Y como escribe Don Víctor: ¡En amistad de amigo, al decir de los paisanos!”*

A toda EMBRAPA, em especial ao Jorge Schafhäuser Júnior, meu coorientador, por todo auxílio e parceria na condução das nossas atividades, obrigado.

As agências de fomento CNPq e FAPERGS (#19/2551-0001723-5), por me conceder a bolsa de estudos e financiar o projeto, obrigado.

Epígrafe

*"Never give in. Never give in. Never, never, never, never
- in nothing, great or small, large or petty-never give in,
except to convictions of honour and good sense. Never
yield to force. Never yield to the apparently overwhelming
might of the enemy."*

Winston Churchill

Lista de Figuras

Figura 1 - Planta de trigo (cultivar BRS Pastoreio) utilizada para ensilagem no momento da colheita. 25

Figura 2 - Confeção dos tratamentos antes da ensilagem (A: forragem de trigo e sal mineral; B: TMR contendo farelo de soja, milho moído e sal mineral, sem a presença de TO; C: TMR contendo 5% de TO; D: TMR contendo 10% de TO; E: TMR contendo 20% de TO 27

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Composição química (valores expressos em % MS, a menos que indicado de outra maneira) da torta de oliva *in natura* e dos ingredientes usados na preparação da ração total..... 26

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes, composição química (dados expressos em % da MS, a menos que indicado de outra maneira) e distribuição de partículas da forragem de trigo e das rações mistas totais com incremento de doses de torta de oliva *in natura* antes da ensilagem. 31

Tabela 3 - Padrão fermentativo, composição química (dados expressos em % da MS, a menos que indicado de outra maneira) e estabilidade aeróbia de silagem de trigo e rações mistas totais com aumento de doses de torta de oliva depois de 97 dias de ensilagem ($n = 4$)..... 34

Lista de abreviaturas e siglas

TO	Torta de Oliva
N-NH₃	Nitrogênio Amoniacal
BAL	Bactérias ácido lácticas
MV	Matéria Verde
MS	Matéria Seca
NT	Nitrogênio Total
PB	Proteína Bruta
EE	Extrato Etéreo
FDN	Fibra em Detergente Neutro
FDA	Fibra em Detergente Ácido

Sumário

1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	13
1.1. Introdução	13
1.2. Revisão da Literatura	14
1.2.1 Torta de oliva	14
1.2.2. Silagem de dieta total ou TMR	16
1.2.3. Silagem de trigo	17
Referências	18
2. CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DE DOSES DE TORTA DE OLIVA SOBRE O PROCESSO FERMENTATIVO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGEM DE DIETA TOTAL.....	22
2.1. Introdução	23
2.2. Material e métodos	24
2.2.1. Tratamentos, processo de ensilagem e caracterização da planta de trigo 24	
2.2.2. Avaliação da fermentação e estabilidade aeróbia.....	28
2.2.3. Determinação da composição química	28
2.2.4. Delineamento experimental e análise estatística	29
2.3. Resultados	30
2.3.1. Proporção de ingredientes e composição química dos tratamentos antes da ensilagem	30
2.3.2. Comparação das TMRs contendo diferentes proporções de torta de oliva 33	
2.3.3. Comparação da silagem de trigo exclusiva e como base para TMR (sem presença de torta de oliva)	36
2.4. Discussão.....	36
2.4.1. Inclusão da torta de oliva na ensilagem de TMR.....	36
2.4.2. Silagem de trigo exclusiva ou como base para a TMR	39
2.5. Conclusão	40
Referências	40
3. CAPÍTULO 3 - IMPLICAÇÕES PRÁTICAS SOBRE O USO DA TORTA DE OLIVA (TO)	45

Resumo

FALSON, João Pedro Soares. **Avaliação do processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagem de dieta total com inclusão de torta de oliva**. Orientador: Carlos Henrique Silveira Rabelo. 2021. 46 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

Na bovinocultura de leite e corte, o uso de silagens de dieta total vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, estratégia esta que permite a utilização de subprodutos (especialmente àqueles de alta umidade) oriundos de cadeias agroindustriais. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes doses de torta de oliva (TO) sobre o processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de *total mixed ration* (TMR). Secundariamente, o trigo foi avaliado como base para constituir uma TMR. Avaliaram-se os seguintes tratamentos: silagem de trigo exclusiva e silagens de TMR compostas de diferentes doses de TO (0, 5, 10 e 20% com base na matéria seca; nomeados como TMR0, TMR5, TMR10 e TMR20, respectivamente). Foram utilizados mini-silos experimentais com capacidade de 2,5 L, os quais ficaram fechados por 97 dias. Após a abertura dos silos, a estabilidade aeróbia das silagens foi avaliada por 10 dias. O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições (silos experimentais) por tratamento. Quatro contrastes ortogonais foram testados, como segue: (i) Trigo vs. TMR; (ii) SO vs. CO (TMR sem torta de oliva contra TMRs com torta de oliva); (iii) 5TO vs. 10TO; e 10TO vs. 20TO. Após correções dos teores de matéria seca (MS) nos ingredientes, as doses de TO preconizadas antes do experimento, de fato, foram: 0, 4, 8 e 17%. As perdas de MS foram maiores nos tratamentos contendo TO (SO = 1,39% da MS e TO = 2,63% da MS; $P = 0,05$). A inclusão de TO não aumentou a produção de efluentes (média geral = 9,38 kg/t matéria fresca; $P = 0,66$). A estabilidade aeróbia, deterioração aeróbia, taxa de aquecimento e perdas de MS após exposição das silagens de TMR ao oxigênio não foi afetada ($P > 0,05$) pela inclusão de TO. A silagem de trigo apresentou baixa perda de MS (1,43% da MS), estabilidade aeróbia superior a 80 horas e boa composição química (proteína bruta = 11,1% da MS e fibra em detergente neutro = 51,8% da MS). Considerando-se que atualmente a TO é um problema para a cadeia olivícola e há a necessidade de encontrar-se um destino para este subproduto, conclui-se com base nos dados deste experimento que a TO pode ser incluída em uma TMR até 17% com base na MS. Adicionalmente, a planta de trigo pode ser utilizada para silagem exclusivamente, bem como forragem base de uma TMR.

Palavras-chave: Bagaço de oliva. Fermentação. Silagem de dieta total. Subproduto. *Triticum vulgare*.

Abstract

FALSON, João Pedro Soares. **Effect of doses of olive cake on the fermentation, chemical composition and aerobic stability of total mixed ration silage**. Advisor: Carlos Henrique Silveira Rabelo. 2021. 46 p. Dissertation (Master degree in Agronomy Science) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

Most recently, the use of total mixed ration (TMR) silage on dairy and beef cattle system has increased. Ensiling TMR allows the use of by-products (especially those with high moisture) from agro-industrial chains on livestock production. Therefore, the main objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion of different doses of crude olive cake (OC) on the fermentation process, chemical composition and aerobic stability of TMR silages. Secondarily, wheat forage was assessed as a basis for constituting a TMR. The treatments examined were produced as follow: exclusive wheat silage and TMR silages composed of different doses of OC (0, 5, 10 and 20%, as dry matter (DM) basis; the treatments were named as TMR0, TMR5, TMR10 and TMR20, respectively). Laboratory silos (PVC tubes with a capacity of 2.5 L) were used and they remained closed for 97 days. After the silos were opened, the aerobic stability of the silages was evaluated for 10 days. The experiment was carried out under a completely randomized design, with four replications (laboratory silos) per treatment. Four orthogonal contrasts were tested, as follows: (i) Wheat vs. TMR; (ii) SO vs. OC (TMR without olive cake versus TMRs with olive cake); (iii) 5OC vs. 10OC; and 10OC vs. 20OC. The OC doses determined prior to begin the experiment were correct for the DM content of each ingredients and, indeed, the OC doses used in the current study were 0, 4, 8 and 17% (on DM basis). The DM losses were greater in the TMR silages containing OC (SO = 1,39% DM and OC = 2,63% DM; $P = 0.05$). The inclusion of OC did not increase effluent production (general average = 9.38 kg/t fresh matter; $P = 0.66$). Aerobic stability, aerobic deterioration, heating rate and DM losses after the exposure of TMR silages to oxygen were unaffected ($P > 0.05$) due to inclusion of OC. Wheat silage had low DM loss (1.43% of DM), aerobic stability higher than 80 hours and good chemical composition (crude protein = 11.1% of DM and neutral detergent fiber = 51.8% of DM). Currently, the OC is a problem for the olive production chain and therefore, it is needed to find a suitable fate for this by-product. In this regard and based on the data from this experiment, it is concluded that a OC can be included in a TMR up to 17% based on DM. Additionally, the wheat forage can be used for silage production either exclusively or as based-forage for a TMR.

Keywords: By-product. Fermentation. Olive pomace. Total mixed ration. *Triticum vulgare*.

1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1. Introdução

No Brasil, a ensilagem é o processo mais utilizado na conservação de forragem devido ao clima mais adequado e à maior praticidade em relação ao processo de fenação (BERNARDES E RÊGO, 2014). Assim, silagens de milho, sorgo, cana de açúcar, capim e culturas de inverno são amplamente utilizadas na alimentação de vacas leiteiras e gado confinado (BERNARDES E RÊGO, 2014; PINTO E MILLEN, 2018; FONTANELI et al., 2009). Porém, no contexto da ensilagem, uma prática que vem ganhando destaque é a silagem de dieta total (conhecido mais como *total mixed ration* (TMR) da língua inglesa), prática que consiste em ensilar toda a ração que será fornecida para determinada categoria animal. Muitas vantagens estão associadas à utilização de silagem de dieta total. Dentre elas, destaca-se a possibilidade de inclusão de subprodutos de diferentes cadeias agroindustriais na sua composição (BUENO et al., 2020). Isto integra diferentes cadeias produtivas, dando um destino adequado para muitos subprodutos e também agregando valor nos mesmos (BUENO et al., 2020).

Todavia, primeiramente é necessário escolher a forragem que irá compor a base da TMR. Na região sul do país, onde existe um inverno mais rigoroso e a média de temperatura anual é menor quando comparada as demais regiões brasileiras, o segundo cultivo de milho (safrinha) para produção de silagem apresenta altos riscos devido às características climáticas típicas da região. Sendo assim, o uso de cereais de inverno, como o trigo (*Triticum vulgare*), com aptidão para a conservação pelo processo de ensilagem se mostra uma alternativa muito interessante para os produtores da região (FONTANELI et al., 2009) e poderia constituir a base da TMR.

Como comentado anteriormente, a ensilagem de TMR permite a utilização de diferentes subprodutos, especialmente àqueles de elevada umidade. Neste contexto, também no cenário agropecuário gaúcho, destaca-se o crescimento da olivicultura, com cerca de 11.000 hectares plantados até 2020 (IBRAOLIVA, 2021). Nessa cadeia agroindustrial, o principal produto obtido tem sido o azeite de oliva. Porém, durante o processo de extração do azeite há a

geração de um subproduto que apresenta elevado potencial poluidor (conhecido como orujo, bagaço ou torta de oliva), configurando-se hoje em um problema para a cadeia e que necessita um destino adequado. Quando há somente uma extração do azeite, o subproduto é composto por mais de 10% de extrato etéreo (EE) (FALSON et al., 2019) e também apresenta um perfil rico em ácidos graxos insaturados (HADJIPANAYIOTOU, 1999). Portanto, visando atender demandas produtivas e ambientais, a torta de oliva se mostra uma interessante alternativa para a integração da cadeia da olivicultura com o setor pecuário.

Nesse sentido, um possível destino para esse subproduto seria a sua inclusão em uma silagem de dieta total. Em alguns trabalhos foi verificada a viabilidade da utilização de torta de oliva para ruminantes, com resultados bastante promissores (HADJIPANAYIOTOU, 1994, 1996, 1999; PALLARA, 2014; DEJONG E LANARI, 2009; VARGAS-BELLO-PÉREZ et al., 2013; NEOFYTOU et al., 2020). Todavia, não há qualquer estudo que tenha investigado o uso da torta de oliva como componente de uma silagem de dieta total. Portanto, sabendo da importância da pecuária no aspecto econômico e social do Rio Grande do Sul (RS) e do potencial de crescimento da olivicultura no estado, estudos que avaliem o potencial de utilização desse subproduto na ensilagem de dieta total se fazem necessários. Sendo assim, é de suma importância avaliar a viabilidade da inclusão de torta de oliva em uma TMR. Para isso, é importante quantificar a dose de subproduto a ser utilizada no processo. Sendo assim, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes doses de torta de oliva sobre o processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de TMR. Secundariamente, avaliou-se a possibilidade de utilizar o trigo como base para uma TMR.

1.2. Revisão da Literatura

1.2.1 Torta de oliva

Em uma ótica global, 76% da produção de oliva se concentra na região do mediterrâneo, sendo Espanha, Grécia e Itália os principais países produtores (CASTELLANI et al., 2017). O Brasil, embora não figure entre os

grandes *players* do mercado internacional, apresenta uma produção crescente e de excelente qualidade (CASTELLANI et al., 2017). A safra de azeite de 2019 ficou em torno de 230 mil litros no país, sendo aproximadamente 180 mil litros produzidos no Rio Grande do Sul (RS) (IBRAOLIVA, 2021). Até 2025 a área plantada deverá ocupar cerca de 20.000 hectares (ha) no Brasil (IBRAOLIVA, 2021). No ano de 2018, a produção nacional dessa cultura foi de mais de 820 mil toneladas, abrangendo uma área de cerca de 6.500 ha, sendo que 50% desse valor foi produzido no RS (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017; IBRAOLIVA, 2021). NASOPOULOU E ZABETAKIS (2013) destacam que a cada 100 kg de azeitonas processadas, em torno de 35 kg de bagaço são gerados. A extração do azeite pode ser feita de diversas maneiras, sendo que o processo mais atual consiste em duas fases, no qual as azeitonas são trituradas e prensadas a frio para a obtenção do óleo extra virgem de alta qualidade, resultando em um resíduo rico em óleo (VERA et al., 2009).

Um fato alarmante em relação ao coproduto da oliva é o seu alto potencial poluidor, uma vez que é composto por compostos nitrogenados, ácidos voláteis, poliálcoois, gorduras e polifenóis (LAFKA et al., 2011). A torta de oliva é rica em energia (mais de 10% de EE com base na MS) e se deteriora rapidamente na presença de oxigênio, ficando rançosa devido ao alto teor de óleo e de umidade (HADJIPANAYIOTOU, 1994). Neste sentido, alguns estudos observaram que a ensilagem é uma alternativa adequada para estocagem da torta de oliva (HADJIPANAYIOTOU, 1994, 1999), uma vez que a ausência de oxigênio permite melhor preservação desse material.

Além disso, um estudo realizado por HADJIPANAYIOTOU (1996) demonstrou a possibilidade de utilizar diferentes doses (10, 20, 30, 40, 50 e 78%) de torta de oliva em blocos de uréia e/ou em substituição parcial (30%) de alimentos convencionais (feno, palha, concentrado) em dietas de ruminantes na fase de terminação e em crescimento. Outros estudos conduzidos por POZADA et al. (2019) e FALSON et al. (2019) avaliaram a inclusão de torta de oliva (5% com base na matéria verde) como aditivo para produção de silagem de milho e de capim elefante anão e concluíram que esse nível de inclusão não afetou negativamente a estabilidade aeróbia das silagens

e não aumentou significativamente as perdas fermentativas durante o processo de conservação.

Além da necessidade de dar um destino apropriado para esse resíduo agroindustrial, certas características positivas da torta de oliva, como o seu elevado perfil de ácidos graxos insaturados (ácido linolênico (ômega-3), ácido oleico, ácido linoleico (ômega-6)) possibilitam sua inclusão na dieta de ruminantes, podendo impactar o perfil de ácidos graxos dos produtos de origem animal (NEOFYTOU et al., 2020). Prova disso, é que perfis de ácidos graxos mais saudáveis para a alimentação humana foram encontrados no leite e carne de pequenos ruminantes que foram alimentados com esse subproduto na forma *in natura* ou ensilada (DEJONG E LANARI, 2009; VARGAS-BELLO-PÉREZ et al., 2013).

1.2.2. Silagem de dieta total ou TMR

A TMR (sigla oriunda da língua inglesa: *total mixed ration*) consiste na mistura de forragens, coprodutos, concentrados, minerais, vitaminas e aditivos, com o objetivo de fornecer os nutrientes necessários para a produção animal (SCHINGOETHE, 2017). Muitos benefícios estão associados à utilização de TMR, entre eles, destaca-se a viabilidade da utilização de diversos coprodutos oriundos de diferentes cadeias agroindustriais (BUENO et al., 2020). Nesse sentido, existe muitas vezes a possibilidade de se transformar/converter resíduos potencialmente poluidores em produtos de origem animal de excelente qualidade (BUENO et al., 2020). Além disso, outras vantagens aportadas por essa prática são a diminuição dos custos relativos a transporte, secagem e armazenagem de produtos úmidos e a possibilidade de inclusão de coprodutos não palatáveis na dieta de ruminantes, visto que o processo de fermentação altera odor e sabor dos coprodutos (NISHINO et al., 2003).

A nível mundial, a ensilagem de TMR não é uma prática recente, sendo que os primeiros estudos datam da década de 60 nos Estados Unidos da América (EUA). Atualmente essa prática vem ganhando bastante espaço em diversos países como China, Japão, Coréia do Sul, Vietnã, Tailândia, Indonésia, Nepal, Israel, Itália, África do Sul, Argentina e Brasil (SCHMDIT et al., 2017). Em países asiáticos como o Japão, a produção de TMR surgiu

principalmente como forma de dar um destino adequado a coprodutos úmidos, sendo inclusive, o material comercializado em *bags* com cerca de 300 a 400 kg, visando a facilidade de transporte e comércio (WANG E NISHINO, 2013).

Não obstante, tal prática permite diversas recombinações entre forragem e agroindústria, oportunizando sua prática em todo território brasileiro. Por exemplo, GUSMÃO et al. (2018) avaliaram TMRs contendo capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e concentrado protéico em Minas Gerais, e foi possível concluir que todas as TMRs foram conservadas adequadamente (ácido láctico foi o principal produto da fermentação), sem qualquer efeito negativo na redução do pH pela adição de concentrado protéico (o que poderia aumentar a capacidade tamponante). Outros estudos têm avaliado o valor alimentício e a melhor forma de preservar a TMR. RESTELATTO et al. (2019) avaliaram a conservação de TMR ensilado em fardos redondos com ou sem orifícios no filme plástico da embalagem e puderam verificar que a TMR pode ser conservada em fardos redondos de 1.000 kg e que orifícios no filme plástico devem ser evitados.

1.2.3. Silagem de trigo

No Rio Grande do Sul, a utilização das áreas em pousio durante o inverno para produção de volumosos de qualidade constitui-se em uma estratégia importante para pecuária. Embora a silagem de planta de trigo seja utilizada de maneira tímida no Brasil, na região sul a utilização de silagem de trigo se mostra um interessante recurso para o produtor (BUMBIERIS JR. et al., 2011). Um trabalho desenvolvido por LEHMEN et al. (2014) avaliando rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno, concluiu que todas as cultivares de trigo avaliadas (BRS Tarumã e BRS Umbu) apresentaram características favoráveis ao processo de ensilagem, tendo como destaque, o baixo teor de nitrogênio amoniacal (abaixo de 7%). Adicionalmente, BUMBIERIS JR. et al. (2011) evidenciaram um forte apelo estratégico na utilização de silagem de trigo, visto que a silagem pode ser produzida em lavouras com pouca produção de grãos devido a intempéries climáticas.

Em se tratando do processo de ensilagem da planta de trigo, FONTANELI (2007) destaca que para obtenção de silagem de planta inteira de cereais de inverno, recomenda-se colher as plantas no estágio de grãos em massa mole. Em um estudo confrontando diferentes estádios de colheita no trigo, FONTANELI et al. (2009) obtiveram no estágio de emborrachamento: 20,1% de proteína bruta (PB), 76,2% de digestibilidade *in vitro* de matéria seca (DIVMS) e produção de 3.610 kg/ha de MS; no estágio de grão leitoso: 15,7% de PB, 62,3% de DIVMS e produção de 6.750 kg/ha de MS; e no estágio de grão em massa dura: 11,9% de PB, 59,8% de DIVMS e produção de 9.340 kg/ha de MS. Em silagens de planta inteira, para obtenção de maior biomassa e preservação dos nutrientes via fermentação desejável, recomenda-se a colheita quando as plantas estão no estágio de grãos em massa mole (DO ROSÁRIO et al., 2012). FONTANELI et al. (2009) concluíram também que a maior concentração de PB é encontrada em estágio vegetativo, porém com comprometimento na produção de MS; dessa maneira, recomenda-se a colheita entre grão leitoso e grão em massa mole. Por último, a utilização de silagem de trigo em dietas para ruminantes proporciona bons resultados. Por exemplo, em bovinos de leite, ARIELI e ADIM (1994) observaram consumo de 22 kg de MS/dia e 34,1 litros de leite/vaca/dia para vacas multíparas da raça Holandesa.

Embora haja considerável número de estudos com silagem de trigo disponível na literatura, nenhum deles tem focado na avaliação desta cultura como base para uma TMR. Por isso, estudos neste sentido são necessários, visando criar novas opções para os produtores com ganhos operacionais e em logística dentro da propriedade, além da redução de riscos associados ao clima inadequado para produção de outras forragens.

Referências

ARIELI, A.; ADIM, G. Effect of wheat Silage Maturity on Digestion and Milk Yield in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.237-243, 1994.

BERNARDES, T.F.; RÉGO, A.C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.1852–1861, 2014.

BUENO, A. V. I.; LAZZARI, G.; JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. P. Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. **Agronomy**, v. 10, p. 879, 2020.

BUMBIERIS JR., V. H.; OLIVEIRA, M. R.; JOBIM, C. C.; BARBOSA, M. A. A. F.; CASTRO, L. M.; BARBERO, R. P. Perspectivas para uso de silagem de cereais de inverno no Brasil. In: **ANAIS DO SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**. Maringá, 2011. p.39-72.

CASTELLANI, F.; VITALI, A.; BERNARDI, N.; MARONE, E.; PALAZZO, F.; GROTTA, L.; MARTINO, G. Dietary supplementation with dried olive pomace in dairy cows modifies the composition of fatty acids and the aromatic profile in milk and related cheese. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 11, p. 8658-8669, 2017.

CENSO AGROPECUÁRIO. Azeitona: Rio Grande do Sul. In: **IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, 2017: resultados preliminares. [2018]. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=43&tema=76234> Acesso em: 26 de março de 2019.

DEJONG, S.; LANARI, M.C. Extracts of olive polyphenols improve lipid stability in cooked beef and pork: Contribution of individual phenolics to the antioxidant activity of the extract. **Food Chemistry**, v.116, p.892–897, 2009.

DO ROSÁRIO, J. G.; NEUMANN, M.; UENO, R. K.; MARCONDES, M. M.; MENDES, M. C. Produção e utilização de silagem de trigo. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 1, p. 207-218, 2012.

FALSON, J. P. S. ; POZADA, T. N.; HELING, O. I.; VASCONSELOS, Y. G. P.; WINK, A.; SCHAFHAUSER JUNIOR, J.; RABELO, C. H. S. . Crude olive cake as additive for corn and grass silage: fermentative loss. In: **6TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, 2019, Piracicaba. 6th ISFQC, 2019.

FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S. Uso e abuso da espectroscopia no infravermelho proximal (NIRS). In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES**, 2007, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP. p.160-193.

FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; NASCIMENTO JUNIOR, A. D.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. (2009). Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**.

GUSMAO, J. O.; DANÉS, M. A. C.; CASAGRANDE, D. R.; BERNARDES, T. F. Total mixed ration silage containing elephant grass for small-scale dairy farms. **Grass and Forage Science**, v. 73, n. 3, p. 717-726, 2018

HADJIPANAYIOTOU, M. Voluntary intake and performance of ruminant animals offered poultry litter-olive cake silage. **Livestock Research for Rural Development**, v. 6, n. 10, 1994.

HADJIPANAYIOTOU, M. Laboratory evaluation of ensiled olive cake, tomato pulp and poultry litter. **Livestock Research for Rural Development**, v.6, p.1–7, 1994.

HADJIPANAYIOTOU, M. Urea blocks without molasses made of a variety of by products and binders. **Livestock Research for Rural Development**, v. 8, n. 4, p. 6-15, 1996.

HADJIPANAYIOTOU, M. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. **Livestock Production Science**, v.59, p.61–66, 1999.

IBRAOLIVA. **[Acesso ao site]** [2021]. Disponível em: <<https://www.ibraoliva.com.br/>> Acesso em: 24 de abril de 2021.

LAFKA, T.; LAZOU, A.; SINANOGLU, V. J.; LAZOS, E. S. Phenolic and antioxidant potential of olive oil mill wastes. **Food Chemistry**, v. 125, n. 1, p. 92-98, 2011.

LEHMEN, R.I.; FONTANELI, R.S.; FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P. Rendimento, valor nutritivo e características fermentativas de silagens de cereais de inverno. **Ciência Rural**, v.44, p.1180–1185, 2014.

NASOPOULOU, C.; ZABETAKIS, I. Agricultural and aquacultural potential of olive pomace: a review. **Journal of Agricultural Science**, v. 5, n. 7, p. 116-127, 2013.

NEOFYTOU, M. C.; MILTIADOU, D.; SFAKIANAKI, E.; CONSTANTINO, C.; SYMEOU, S.; SPARAGGIS, D.; HAGER-THEODORIDES, A. L.; TZAMALOUKAS, O. The use of ensiled olive cake in the diets of Friesian cows increases beneficial fatty acids in milk and Halloumi cheese and alters the expression of SREBF1 in adipose tissue. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 10, p. 8998-9011, 2020.

NISHINO, N.; HARADA, H.; SAKAGUCHI, E. Evaluation of fermentation and aerobic stability of wet brewers' grains ensiled alone or in combination with various feeds as a total mixed ration. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, p. 557-563, 2003..

PALLARA, G.; A. BUCCIONI, R.; PASTORELLI, S.; MINIERI, M.; MELE, S.; RAPACCINI, A.; MESSINI, M.; PAUSELLI, M.; SERVILI, L.; GIOVANNETTI, C. Effect of stoned olive pomace on rumen microbial communities and polyunsaturated fatty acid biohydrogenation: an *in vitro* study. **BMC Veterinary Research**. 10:1–15, 2014.

POZADA, T. N.; FALSON, J. P. S.; VASCONSELOS, Y. G. P.; HELING, O. I.; WINK, A.; SCHAFHAUSER JUNIOR, J.; HARTER, C. J.; RABELO, C. H. S. . Crude olive cake as additive for corn and grass silage: aerobic stability. In: **6TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, 2019, Piracicaba. 6th ISFQC, 2019.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists: the 2016 Brazilian survey. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. 392-407, 2018.

RETELATTO, R.; NOVINSKI, C. O.; SILVA, E. P., PEREIRA, L. M.; VOLPI, D.; ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; SCHMIDT, P. (2019). Effects of holes in plastic film on the storage losses in total mixed ration silage in round bales. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 4, p. 1543-1549, 2019.

SCHMIDT, P.; RETELATTO, R.; ZOPOLLATTO, M. Ensiling total mixed rations—An innovative procedure. In Proceedings of the V International Symposium on Forage Quality and Conservation, Piracicaba, Brazil, 16–17 July 2017; Nussio, L.G., Sousa, D.O., Gritti, V.C., Salvati, G.G.S., Santos, W.P., Salvo, P.A.R., Eds.; FEALQ: Piracicaba, Brazil, 2017; pp. 7–20

SCHINGOETHE, D.J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.10143–10150, 2017.

VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; VERA, R.R.; AGUILAR, C.; LIRA, R.; PEÑA, I.; FERNÁNDEZ, J. Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese. **Animal Feed Science and Technology**, v.184, p.94–99, 2013.

VERA R.; AGUILAR, C.; LIRA, R.; TORO, P. Feeding dry olive cake modifies subcutaneous fat composition in lambs, noting cake resistance to degradation and peroxidation. **Chilean Journal of Agricultural Research**. v. 69, n. 4, p. 548–559, 2009.

WANG, C.; NISHINO, N. Effects of storage temperature and ensiling period on fermentation products, aerobic stability and microbial communities of total mixed ration silage. **Journal of Applied Microbiology**, v. 114, p. 1687-1695, 2013.

2. CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DO PROCESSO FERMENTATIVO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ESTABILIDADE AERÓBIA DE SILAGEM DE DIETA TOTAL COM INCLUSÃO DE TORTA DE OLIVA

Resumo: O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes doses de torta de oliva (TO) sobre o processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de *total mixed ration* (TMR). Secundariamente, o trigo foi avaliado como base para constituir uma TMR. Desta maneira, avaliaram-se os seguintes tratamentos: silagem de trigo exclusiva e silagens de TMR compostas de diferentes doses de TO (0, 5, 10 e 20% com base na matéria seca (MS); nomeados como TMR0, TMR5, TMR10 e TMR20, respectivamente). Foram utilizados mini-silos experimentais com capacidade para 2,5 L, os quais ficaram fechados por 97 dias. Após abertura dos silos, a estabilidade aeróbia das silagens foi avaliada durante 10 dias de exposição ao oxigênio. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições (silos experimentais) por tratamento. Quatro contrastes ortogonais foram testados, como segue: (i) Trigo vs. TMR; (ii) SO vs. CO (TMR sem torta de oliva contra TMRs com torta de oliva); (iii) 5TO vs. 10TO; e 10TO vs. 20TO. Após correções dos teores de MS tabelados pelos determinados nos ingredientes, as doses de TO preconizadas antes do experimento, de fato, foram: 0, 4, 8 e 17%. A inclusão de TO não afetou a produção de efluentes (média geral = 9,38 kg/t matéria fresca; $P = 0,66$), mas as perdas de MS observadas nos tratamentos contendo TO foram superiores (SO = 1,39% da MS e TO = 2,63% da MS; $P = 0,05$). A inclusão de TO não influenciou negativamente ($P > 0,05$) nenhum parâmetro ligado à estabilidade aeróbia das silagens de TMR, porém, houve redução de 16,9% no teor de amido ($P < 0,001$) e aumento de 13,16% no teor de fibra em detergente neutro ($P = 0,01$). De maneira geral, a ensilagem de TMR é uma estratégia que permitiu a utilização da TO, a qual pode ser incluída em até 17% com base na MS. O trigo se mostrou uma planta apta para a produção de silagem e para servir de forragem base para uma TMR.

Palavras-chave: Orujo. Perdas fermentativas. Resíduo da olivicultura. Total Mixed Ration. Trigo.

2.1. Introdução

No Brasil, a olivicultura está em franca expansão e cerca de 50% da produção de azeitonas no país é oriundo do Rio Grande do Sul (RS), sendo que grande parte é destinado para a produção de azeite de oliva (IBRAOLIVA, 2021). No processo produtivo do azeite de oliva, há a geração de um subproduto de elevado potencial poluidor, conhecido como torta de oliva (TO), bagaço ou orujo. Esse resíduo é um problema para a agroindústria, pois apresenta elevado potencial poluidor e se deteriora rapidamente na presença de oxigênio (HADJIPANAYIOTOU, 1999). A TO apresenta mais de 10% de extrato etéreo (EE) em sua composição (FALSON et al., 2019) e também um perfil rico em ácidos graxos insaturados (HADJIPANAYIOTOU, 1999). Nesse sentido, uma alternativa interessante para o seu descarte/utilização seria a inclusão na dieta animal.

Alguns estudos já confirmaram a possibilidade de se fornecer TO para pequenos e grandes ruminantes e também verificaram benefícios associados ao perfil de ácidos graxos no leite e carne desses animais (DEJONG E LANARI, 2009; VARGAS-BELLO-PÉREZ et al., 2013; NEOFYTOU et al., 2020). NEOFYTOU et al. (2020) forneceram 5 kg por dia de TO ensilada como parte da dieta de vacas leiteiras e verificaram aumento nos níveis de ácido oleico e ácido linoleico conjugado e diminuição nos níveis de ácidos graxos saturados no leite e no queijo produzido por esses animais. Já VARGAS-BELLO-PÉREZ et al. (2013) suplementaram TO seca e parcialmente sem resíduo de caroço para ovelhas lactantes, e obtiveram uma melhora no perfil de ácidos graxos no leite e no queijo produzido pelas ovelhas. Ademais, os animais não apresentaram redução no consumo de MS e na produção de leite.

Nesse contexto, visando dar um descarte adequado para a TO e visto que já foi avaliada a possibilidade de seu fornecimento para animais, uma prática interessante seria seu uso como componente de uma silagem de dieta total (ou TMR, sigla oriunda de *total mixed ration*). Essa prática consiste em ensilar forragem e outros componentes com o objetivo de fornecer uma dieta que atenda as demandas nutricionais de uma determinada categoria animal (SCHINGOETHE, 2017). Esta estratégia permite a utilização de diversos

resíduos ou subprodutos de diferentes cadeias agroindustriais (BUENO et al., 2020).

Além disso, a produção de TMR exige planejamento nutricional do rebanho dentro da propriedade e deve envolver a produção de forragem para compor a base da TMR, visando reduzir os custos associados com alimentação. Neste sentido, sabe-se que no RS a produção do milho safrinha, muito utilizado para a produção de silagem, pode ser prejudicada pelas baixas temperaturas durante seu cultivo. Sendo assim, o trigo se mostra uma alternativa importante para preencher essa lacuna e apresenta características que permitem a sua utilização para produção de silagem (FONTANELI et al., 2009).

Diante do contexto e sabendo-se da necessidade de dar um destino adequado para a TO gerada na agroindústria, a sua inclusão em uma TMR seria uma estratégia interessante. Todavia, para o nosso conhecimento, não há nenhum trabalho que tenha investigado a utilização desse coproduto com esta finalidade. Assim, nossa hipótese é que a TO possa ser incluída na silagem de TMR sem causar prejuízos ao processo de fermentação e, secundariamente, que o trigo possa ser utilizado como forragem base para a composição da TMR. Portanto, o objetivo principal deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes doses de TO sobre o processo fermentativo, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de TMR. Secundariamente, o trigo foi avaliado como base para uma TMR.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Tratamentos, processo de ensilagem e caracterização da planta de trigo

A cultivar de trigo utilizada no experimento foi a BRS Pastoreio (Figura 1), a qual foi obtida de uma área localizada na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da EMBRAPA Clima Temperado. A ETB encontra-se localizada a 31° 46' 34" Sul, 52° 21' 34" Oeste e a 9 metros de altitude, sendo o clima subtropical úmido classificado como Cfa de acordo com Köppen e Geiger. A temperatura média é de 18°C e a pluviosidade média anual é de 1378 mm. As

plantas foram colhidas em diferentes pontos da lavoura quando os grãos estavam em fase leitosa e cortadas a uma altura de cerca de 10 cm do solo. Posteriormente as plantas foram processadas em uma picadeira estacionária (Trapp ES 400), com tamanho de partícula próximo a 3 cm. O trigo foi ensilado de forma exclusiva ou como base das TMRs. Amontoados (3 kg) foram individualmente misturados para cada repetição com a respectiva porcentagem de TO e outros ingredientes da TMR sob constante homogeneização. Avaliaram-se os seguintes tratamentos (inclusão com base na matéria seca (MS)): silagem de trigo exclusiva (ST), TMR sem adição de TO (TMR0), TMR com adição de 5% de TO (TMR5), TMR com 10% de TO (TMR10) e TMR com adição de 20% de TO (TMR20; Figura 2). Três amostras frescas de cada tratamento foram amostradas para mensurar a distribuição granulométrica através da peneira separadora de partícula Penn State (19 mm, 8 mm e fundo) (JONES E HEINRICHS, 2013).



Figura 1 - Planta de trigo (cultivar BRS Pastoreio) utilizada para ensilagem no momento da colheita.

A TO foi obtida de uma propriedade comercial localizada no município de Pinheiro Machado (RS) e foi mantida a 4°C até o momento da utilização. Como silos experimentais, foram utilizados tubos PVC com capacidade de 2,5 L. Ao fundo dos silos foi colocado 0,35 kg de areia, separada da forragem por uma dupla camada de tela de fina espessura no intuito de evitar a contaminação da silagem e também para quantificar os efluentes produzidos. Os silos foram pesados após o enchimento e permaneceram fechados sob temperatura ambiente por 97 dias. No momento da ensilagem foi coletada uma amostra de cada silo para determinação da composição química, as quais foram congeladas a -20°C até a realização das análises. A composição química da TO e dos concentrados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química (valores expressos em % MS, a menos que indicado de outra maneira) da torta de oliva *in natura* e dos ingredientes usados na preparação da ração total.

Item*	Torta de oliva <i>in natura</i>	Farelo de milho	Farelo de soja
pH	4,91 ± 0,00	6,49 ± 0,00	6,81 ± 0,00
N-NH ₃ , % N total	2,80 ± 0,00	0,607 ± 0,00	0,144 ± 0,00
MS, % da MN	32,2 ± 1,47	88,1 ± 0,361	88,9 ± 0,155
Cinzas	3,78 ± 0,274	1,02 ± 0,361	6,28 ± 0,155
PB	5,32 ± 0,205	9,42 ± 0,397	49,6 ± 1,03
EE	13,9 ± 0,373	2,63 ± 0,157	1,30 ± 0,339
FDN	47,9 ± 3,28	-	-
FDA	44,5 ± 1,85	-	-
LIG	23,3 ± 2,83	-	-

*N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; MS = matéria seca; MN = matéria natural; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; LIG = lignina.



Figura 2 - Confeção dos tratamentos antes da ensilagem (A: forragem de trigo e sal mineral; B: TMR contendo farelo de soja, milho moído e sal mineral, sem a presença de TO; C: TMR contendo 5% de TO; D: TMR contendo 10% de TO; E: TMR contendo 20% de TO).

2.2.2. Avaliação da fermentação e estabilidade aeróbia

Após os 97 dias, os silos foram novamente pesados para a determinação das perdas de MS (gases e efluentes) ocorridas durante o processo de fermentação (JOBIM et al., 2007).

Após a abertura dos silos, o material ensilado foi transferido para bacias com capacidade de 4 L e revolvido para obter maior aeração. As bacias permaneceram em uma sala fechada por 10 dias em temperatura ambiente para avaliação da estabilidade aeróbia. A temperatura das silagens foi registrada a cada meia hora por meio de *dataloggers* inseridos no centro da massa em cada recipiente e a temperatura ambiente foi registrada por *dataloggers* distribuídos próximos as bacias. O ensaio de estabilidade aeróbia foi conduzido em temperatura ambiente, pois segundo JOBIM et al. (2007), há maior acurácia na estimativa da velocidade de deterioração da silagem em situação de campo. A quebra da estabilidade aeróbia foi definida como o tempo necessário para que a silagem ultrapassasse a temperatura ambiente em 3°C (ROTH et al., 2018). Após 10 dias de exposição aeróbia, os baldes foram novamente pesados e amostrados quanto à MS para determinação das perdas de MS em aerobiose. Também após 10 dias, o pH da silagem exposta ao oxigênio foi avaliado.

2.2.3. Determinação da composição química

Amostras da planta e silagem foram divididas em sub amostras. A partir de uma sub amostra fresca congelada em freezer a -20°C foi elaborado um extrato aquoso. Vinte e cinco gramas de cada amostra de forragem ou silagem foram misturados com 225 mL de água destilada e misturados em um liquidificador Britânia (Britânia Eletrodomésticos, Curitiba, PR, Brasil) por 1 min na configuração mais alta e filtrados através de duas camadas de papel filtro. O pH do filtrado foi medido imediatamente por meio de um peagâmetro (modelo HI 2221, Hanna Instruments, Barueri, SP, Brasil). Após a medição do pH, o filtrado foi armazenado a -20°C para posterior análise de ácido lático e ácidos graxos voláteis (ácidos fórmico, acético, propiônico, butírico, valérico e isovalérico) usando um cromatógrafo líquido de alto desempenho (HPLC;

Shimadzu modelo Prominence, Shimadzu Corp. , Kyoto, Japão) equipado com um sistema de detecção UV / VIS e um detector de índice de refração (SPD-20). Uma coluna apolar (modelo C-18 Shimpack VP-ODS; 4,6 mm x 250 mm) foi usada a 35°C para a separação cromatográfica. A fase móvel polar consistia em uma solução tampão fosfato 20 mM em pH 2,5 e acetonitrila foi usada como solvente apolar. A presença do ácido foi detectada por absorbância UV (210 nm). O N-NH₃ foi medido por destilação de acordo com o AOAC (1996; método no. 941.04).

Outras sub-amostras de forragem, silagem, concentrado e TO foram secas em estufa (a 55°C por 72 h) e processadas em um moinho de faca (Macro moinho de facas, Modelo Star FT 50, Fortinox Equipamentos Moinhos para Laboratório LTDA, Piracicaba, SP) com peneira de 1 mm e analisadas para MS (105°C por 12 h) e cinzas (500°C por 5 h) de acordo com o AOAC (1996; métodos nº 930,15 e 923,03, respectivamente). O teor de MS da silagem foi corrigido para perda de compostos voláteis de acordo com WEISSBACH (2009). O EE foi determinado de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (1996; método 2003.05 no. 920.39). O nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método de Kjeldahl e a proteína bruta (PB) foi calculada como NT × 6,25. Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados em sacos de polietileno em autoclave (SENGER et al., 2008). O FDN das amostras de milho foi determinado usando uma amilase termoestável sem sulfito de sódio. Tanto o FDN quanto o FDA foram expressos incluindo cinzas residuais. O amido foi determinado por ensaio enzimático-colorimétrico (HALL, 2009).

2.2.4. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições (silos experimentais) por tratamento. Quatro contrastes ortogonais foram testados, como segue: (i) Trigo vs. TMR; (ii) SO vs. CO (TMR sem TO contra TMRs com TO); (iii) 5TO vs. 10TO (TMR contendo 5% de TO vs. 10% de TO); e 10TO vs. 20TO (TMR contendo 10% de TO vs. 20% de TO). Valores *outliers* foram identificados e deletados se os valores de resíduo Studentizado excederam ± 3 (SAUVANT et al., 2008). As análises foram conduzidas utilizando-se o PROC MIXED do SAS a 5% de probabilidade.

2.3. Resultados

2.3.1. Proporção de ingredientes e composição química dos tratamentos antes da ensilagem

As doses de TO nas TMRs (0, 4, 8 e 17% com base na MS) ficaram próximas daquelas pré-estabelecidas como alvo antes do início do experimento (0, 5, 10 e 20%; Tabela 2). Em relação à composição química, foi observado incremento no teor de EE conforme ocorreu o aumento das doses de TO. Da mesma maneira, os teores de FDN, FDA e lignina aumentaram nos tratamentos com maiores doses de TO.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes, composição química (dados expressos em % da MS, a menos que indicado de outra maneira) e distribuição de partículas da forragem de trigo e das rações mistas totais com incremento de doses de torta de oliva *in natura* antes da ensilagem.

Item*	Forragem de trigo	Torta de olive crua na TMR (%)			
		0	5	10	20
Proporções dos ingredientes, % MS					
Trigo forragem	98,33	81,13	76,86	72,45	63,28
Torta de oliva crua	0,00	0,00	4,02	8,16	16,77
Farelo de milho	0,00	9,78	9,26	8,74	7,46
Farelo de soja	0,00	7,32	8,07	8,85	10,63
Núcleo mineral	1,67	1,76	1,79	1,81	1,86
Características da ensilagem					
Densidade da silagem, kg/m ³					
Matéria natural	528 ± 10,8	541 ± 9,14	559 ± 17,5	599 ± 20,5	649 ± 25,8
MS	189 ± 2,29	226 ± 5,98	228 ± 8,21	253 ± 12,4	274 ± 12,6
Composição química					
pH	6,35 ± 0,060	6,18 ± 0,059	6,21 ± 0,038	6,22 ± 0,038	6,10 ± 0,062

N-NH ₃ , % NT	2,00 ± 0,630	1,15 ± 0,127	1,04 ± 0,044	1,04 ± 0,146	1,04 ± 0,277
Capacidade tampão ¹	53,4 ± 2,20	61,9 ± 4,41	66,3 ± 0,935	73,9 ± 3,83	70,6 ± 0,379
MS, % da MN	35,8 ± 0,374	41,8 ± 0,886	40,7 ± 0,453	42,2 ± 0,912	42,2 ± 0,820
Cinzas	5,87 ± 0,804	5,69 ± 0,363	5,98 ± 0,285	5,44 ± 0,668	5,29 ± 0,517
PB	9,92 ± 0,286	12,6 ± 0,904	12,8 ± 0,526	13,5 ± 0,396	13,4 ± 0,543
EE	1,39 ± 0,128	1,49 ± 0,230	1,67 ± 0,132	2,00 ± 0,235	3,23 ± 0,371
Amido	16,2 ± 0,633	20,0 ± 0,771	18,4 ± 0,663	16,7 ± 0,109	15,0 ± 1,03
FDN	52,1 ± 2,12	46,0 ± 1,64	48,2 ± 1,80	51,3 ± 2,14	51,7 ± 1,84
FDA	37,4 ± 2,18	30,9 ± 2,07	36,9 ± 3,86	42,0 ± 1,83	43,4 ± 1,73
Lignina	7,41 ± 1,71	4,96 ± 0,763	6,99 ± 2,10	10,9 ± 0,976	13,7 ± 1,35
Distribuição do tamanho da partícula, % MS					
>19 mm	17,6 ± 1,34	12,0 ± 1,94	7,49 ± 2,31	6,25 ± 0,917	5,05 ± 1,18
8–19 mm	47,7 ± 1,84	39,8 ± 1,07	40,5 ± 0,904	38,9 ± 1,51	41,9 ± 2,36
Fundo	34,7 ± 2,77	48,2 ± 2,80	52,0 ± 3,21	54,8 ± 0,913	53,0 ± 3,54

¹Capacidade tampão expressa em mequiv./100 g matéria seca.

*MS = material seca; MN = matéria natural; NT = nitrogênio total; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

2.3.2. Comparação das TMRs contendo diferentes proporções de torta de oliva

A adição de TO nas TMRs aumentou a perda de MS ($P = 0,05$) em 89,2% quando comparada a TMR sem TO (Tabela 3). A produção de efluentes foi similar ($P > 0,05$) entre todos os tratamentos. Quando avaliado o pH, verificou-se diferenças ($P < 0,001$) quando comparados a TMR10 (pH = 4,25) e TMR20 (pH = 4,27). O teor de N-NH₃ foi diferente ($P < 0,001$) no tratamento SO (2,33% do NT) com relação aos tratamentos contendo TO (2,10% do NT) e também diferiu ($P < 0,001$) na comparação entre os tratamentos TMR10 (2,17% do NT) e TMR20 (1,83% do NT).

A concentração de ácido láctico aumentou 1,32% do tratamento TMR5 para o TMR10 ($P = 0,042$; Tabela 3). Já a concentração de ácido acético, aumentou 29% nas TMRs contendo TO quando comparados a TMR sem TO ($P = 0,016$). A relação láctico:acético foi reduzida para 1,49 nas silagens de TMRs contendo TO em relação ao tratamento SO (2,07; $P = 0,007$). A concentração de ácido fórmico foi maior no tratamento SO (1,96% da MS) em relação aos tratamentos contendo TO (1,63% da MS; $P = 0,014$). Verificou-se ainda diminuição da concentração de ácido fórmico no tratamento TMR10 (1,68% da MS) em relação ao TMR5 (1,75% da MS; $P = 0,016$), notando-se também uma redução maior na TMR20 (1,46% da MS; $P < 0,001$). Houve diferenças na concentração de ácido propiônico em todos os contrastes ($P < 0,001$), o que não ocorreu com o ácido butírico ($P > 0,05$). Ocorreu uma diminuição de 87,5% na concentração de ácido isovalérico na TMR10 em relação a TMR5 ($P = 0,008$). Houve diminuição de 89% na concentração de ácido valérico na TMR20 em relação a TMR10 ($P = 0,002$).

A taxa de aquecimento foi 79% maior na TMR10 em comparação a TMR20 ($P = 0,002$), porém, a estabilidade aeróbia das TMRs não foi influenciada pela adição de TO ($P > 0,05$; Tabela 3).

Tabela 3 - Padrão fermentativo, composição química (dados expressos em % da MS, a menos que indicado de outra maneira) e estabilidade aeróbia de silagem de trigo e rações mistas totais com aumento de doses de torta de oliva depois de 97 dias de ensilagem ($n = 4$).

Item*	Torta de oliva crua na TMR (%)					EPM	Contraste, <i>P</i> -valor ¹			
	0	5	10	20	Trigo vs TMR		SO vs TO	5TO vs 10TO	10TO vs 20TO	
Perfil fermentativo										
Perdas de MS	1,43	1,39	0,230	3,47	4,21	1,38	0,31	0,05	0,57	0,98
Efluentes, kg/t matéria fresca	10,4	7,89	10,8	8,74	8,61	1,91	0,75	0,66	0,30	0,36
pH	4,15	4,25	4,24	4,25	4,27	0,011	0,07	0,002	0,59	<0,001
N-NH ₃ , % NT	2,92	2,33	2,31	2,17	1,83	0,088	0,08	<0,001	0,86	<0,001
Ácido láctico	10,0	9,88	9,07	9,19	9,10	0,257	0,27	0,08	0,042	0,72
Ácido acético	5,06	4,78	5,85	6,22	6,45	0,389	0,14	0,016	0,07	0,61
Relação láctico:acético	1,99	2,07	1,56	1,49	1,41	0,135	0,12	0,007	0,032	0,66
Ácido fórmico	1,18	1,96	1,75	1,68	1,46	0,053	0,15	0,014	0,016	<0,001
Ácido propiônico	2,37	1,86	1,62	1,49	1,34	0,040	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ácido butírico	0,185	0,400	0,765	0,510	0,500	0,219	0,85	0,84	0,20	0,44
Ácido isovalérico	0,385	0,233	0,718	0,090	0,220	0,099	0,07	0,08	0,008	0,34

Ácido valérico	0,480	0,293	0,263	0,230	0,293	0,032	0,015	0,18	0,48	0,002
Ensaio de exposição aeróbia										
Estabilidade aeróbia, h	84,7	125	119	60,0	82,3	29,6	0,23	0,45	0,87	0,35
Deterioração aeróbia, °C	3,42	2,54	3,42	11,2	7,66	2,72	0,046	0,18	0,82	0,82
Taxa de aquecimento, °C/h	0,172	0,056	0,057	0,068	0,084	0,017	0,24	0,61	0,97	0,002
Perdas de MS	9,43	8,11	10,2	11,6	12,2	2,21	0,53	0,31	0,52	0,68
Composição química										
MS, % da MN	39,1	45,0	45,9	44,5	43,4	0,312	0,006	0,79	0,07	<0,001
Cinzas	6,16	5,80	5,91	5,61	6,40	0,325	0,22	0,20	0,79	0,38
PB	11,1	14,3	14,2	14,2	14,8	0,224	0,031	<0,001	0,68	<0,001
EE	2,21	1,75	2,25	2,35	3,04	0,171	0,84	<0,001	0,06	0,08
Amido	13,1	14,8	13,6	12,6	10,7	0,351	0,23	<0,001	0,023	0,003
FDN	51,8	44,3	52,3	50,5	47,6	0,509	0,030	0,010	<0,001	<0,001
FDA	37,4	30,6	43,9	43,8	39,2	1,07	<0,001	0,18	<0,001	<0,001

¹TMR sem inclusão de torta de oliva crua (TO); 5TO, 10TO, e 20TO = TMR com 5, 10, e 20% de torta de oliva crua, respectivamente.

*MS = material seca; MN = matéria natural; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

O teor de PB encontrado no tratamento SO (14,3% da MS) foi ligeiramente menor quando comparado aos tratamentos contendo TO (14,4% da MS) ($P < 0,001$); também houve um acréscimo de 4,2% no teor de PB na TMR20 em relação a TMR10 ($P < 0,001$; Tabela 3). O teor de EE foi 45% maior nos tratamentos com TO em relação ao tratamento SO ($P < 0,001$). O teor de amido foi maior no tratamento SO (14,8% da MS) em relação aos tratamentos com TO (12,3% da MS; $P < 0,001$). Houve decréscimo de 7,9% no teor de amido na TMR10 em relação a TMR5 ($P = 0,023$) e também ocorreu um decréscimo de 15% no teor de amido na TMR20 em relação a TMR10 ($P = 0,003$). O teor de FDN foi maior nos tratamentos com TO (50,1% da MS) em relação ao tratamento SO (44,3% da MS; $P = 0,010$). Houve um decréscimo de 3,4% no teor de FDN na TMR10 em relação a TMR5 ($P < 0,001$). Similarmente, ocorreu um decréscimo de 5,7% no teor de FDN da TMR20 em relação a TMR10 ($P < 0,001$). O teor de FDA foi menor na TMR10 (43,8% da MS) em relação a TMR5 (43,9% da MS; $P < 0,001$), enquanto o teor de FDA foi menor na TMR20 (39,2% da MS) em relação a TMR10 (43,8% da MS; $P < 0,001$).

2.3.3. Comparação da silagem de trigo exclusiva e como base para TMR (sem presença de torta de oliva)

A concentração de ácido propiônico foi maior ($P < 0,001$) na ST (2,37% da MS) em relação à TMR (1,86% da MS; Tabela 3). A concentração de ácido valérico foi maior na ST (0,48% da MS) em relação à TMR (0,29% da MS; $P = 0,015$). A deterioração aeróbia foi menor na TMR em relação a ST ($P = 0,046$). O teor de MS aumentou 15,1% na TMR em relação a ST ($P = 0,006$).

O teor de PB aumentou 29% na TMR em relação a ST ($P = 0,031$). O teor de FDN foi maior na ST (51,8% da MS) em relação à TMR (44,3% da MS; $P = 0,030$). O teor de FDA diminuiu ($P < 0,001$) na TMR (30,6% da MS) em relação a ST (37,4% da MS).

2.4. Discussão

2.4.1. Inclusão da torta de oliva na ensilagem de TMR

De modo geral, as TMRs são produzidas e ensiladas com teores de MS variando entre 45 e 60% (BUENO et al., 2020). Neste sentido, as TMRs produzidas neste estudo ficaram dentro ou muito próximas da faixa observada na literatura quanto ao teor de MS. É importante ressaltar que o uso de concentrados energéticos e/ou protéicos (por apresentarem MS em torno de 88%) na TMR permite a inclusão de subprodutos úmidos, como a TO, permitindo sua utilização na alimentação animal e evitando o descarte indevido no ambiente.

Nossa principal hipótese associada a este estudo era usar a ensilagem de TMR para permitir a inclusão da TO sem que as perdas fermentativas fossem afetadas significativamente. Todavia, as perdas de MS foram maiores nos tratamentos contendo TO, o que se deve a uma alteração nas vias fermentativas homoláticas para heteroláticas. A inclusão de TO nas TMRs diminuiu a concentração de ácido láctico e aumentou a concentração de ácido acético, reduzindo assim a relação ácido láctico:acético. Notadamente, rotas heteroláticas aumentam as perdas de MS durante a fermentação por meio da produção de CO₂ (MCDONALD et al., 1991). Isto fica evidenciado ao notar que as perdas por efluente não foram afetadas pela inclusão de TO nas silagens de TMR. Um aspecto relativo ao cultivo de oliveiras é a presença de leveduras no fruto da oliva. As leveduras são encontradas em todos os tipos de silagem, em que muitas espécies são bastante tolerantes as variações de pH (3,7 a 6,5; JOBIM E NUSSIO, 2013). A maioria das leveduras necessita de oxigênio para o crescimento, porém, algumas crescem em condições anaeróbias. As leveduras podem utilizar ácido láctico como substrato (PAHLOW et al., 2003), causando uma competição com as bactérias ácido-láticas (BAL), o que também deve ter influenciado na menor concentração de ácido láctico nas TMRs contendo TO.

A alteração nas perdas fermentativas e no perfil fermentativo das silagens se deve provavelmente à alteração na comunidade bacteriana causada pela TO, a qual possivelmente inibiu a ação das BAL homofermentativas. Embora não conheçamos estudos que tenham avaliado o efeito da TO sobre a população de microrganismos no silo, PALLARA et al. (2014) relataram uma alteração na comunidade bacteriana do rúmex de

animais alimentados com uma dieta experimental contendo TO. Além disso, diversos estudos relatam características antimicrobianas relacionadas a TO (BÖHMER, 2018). Neste mesmo contexto, um estudo avaliando resíduos de soja e grãos úmidos de cervejaria em silagens de TMR (WANG E NISHINO, 2008) também relatou a predominância de vias de fermentação heterolática mediante a inclusão dos subprodutos úmidos. Este mesmo estudo verificou a presença de *Lactobacillus buchneri* e *Weissella spp.* (ambas BALS heterofermentativas) na silagem.

Por outro lado, cabe ressaltar que as perdas de MS nos tratamentos contendo TO não diferiram estatisticamente entre si, evidenciando que o maior nível de inclusão de TO não afetou as perdas de MS quando comparado ao menor. Tal fato mostra que a utilização de até 17% de TO (com base na MS) como componente de uma TMR pode ser recomendada, visto que se aumenta a utilização do subproduto e os efeitos de perdas de MS são os mesmos que os percebidos com a utilização de menores níveis de TO. Por outro lado, a fermentação heterolática nas silagens de TMR produzidas com TO pode ser estrategicamente controlada por meio do uso de inoculantes bacterianos homofermentativos, que tem por objetivo aumentar a produção de ácido láctico na silagem (RABELO et al., 2016).

O pH e a concentração de ácido acético e propiônico das TMRs contendo TO foi ligeiramente maior do que a TMR sem TO, o que se deve ao fato da TO ter dirigido a fermentação para uma rota mais heterolática. Sabe-se que os ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico) apresentam maior *pka* em relação ao ácido láctico (4,8 vs. 3,8; MCDONALD et al., 1991), o que explica também o pH mais elevado nestas silagens.

Avaliando a estabilidade aeróbia, deterioração aeróbia, taxa de aquecimento e perdas de MS após exposição das silagens ao oxigênio, é possível afirmar que a inclusão da TO em níveis de até 17% na composição da TMR é viável, visto que os níveis de inclusão não alteraram significativamente esses parâmetros quando comparados à TMR sem TO. Isso corrobora com o exposto por WANG E NISHINO (2008), que afirmaram ser possível a inclusão de subprodutos úmidos em TMR sem efeitos adversos na estabilidade aeróbia.

De maneira geral e com aplicabilidade prática, a menor estabilidade aeróbia (60 horas) notada pela inclusão de 10% de TO na TMR ainda representa um tempo confortável para o produtor realizar a retirada de silagem diária no painel do silo, sem que haja comprometimento significativo da composição química do produto.

Quanto à composição química das silagens, o teor de amido foi menor nas TMRs contendo TO, o que era esperado, pois houve uma redução na proporção de farelo de milho nas TMRs, ao passo que houve maior inclusão de TO, a qual não contém amido. O teor de PB foi menor na TMR sem TO, o que ocorreu pela menor proporção de farelo de soja em sua composição. Já o teor de EE aumentou nas TMRs contendo TO, o que já era esperado pelo elevado teor de EE da TO (13,9% da MS). O teor de FDN foi maior nos tratamentos que continham TO, o que era esperado, pois sabe-se que este é um subproduto agroindustrial composto por azeitona, casca, caroço e água (ALBURQUERQUE et al., 2004). Portanto, apresenta elevado teor de fibras (58% de FDN, 46% de FDA e 24% de lignina, com base na MS) (ABBEDDOU et al., 2011), o que explica o ocorrido.

2.4.2. Silagem de trigo exclusiva ou como base para a TMR

As perdas de MS durante a fermentação foram baixas (<2%) tanto na silagem de trigo exclusiva, como na TMR, sugerindo que o trigo é uma planta adequada para ensilagem tanto na forma exclusiva, ou como base para uma TMR. Estes valores estão de acordo com a literatura. Por exemplo, um trabalho reportou perdas de MS de 9,7% e 1,5% para silagens de planta de trigo colhidas na fase de grão leitoso armazenadas por 90 e 180 dias, respectivamente (WEINBERG E CHEN, 2013). A maior concentração de ácido láctico em relação aos outros ácidos nas ST e na TMR0 indicou um bom padrão fermentativo, o que sustenta as baixas perdas de MS nessas silagens. Por outro lado, concentrações de ácido acético acima de 4% explicam a boa estabilidade aeróbia (> 80 h) da ST e da TMR, pois este ácido inibe a atividade de fungos e leveduras (MOON, 1983). Além disso, a estabilidade aeróbia superior a 80 horas deve permitir um bom planejamento logístico e operacional dentro da propriedade quanto à fase de descarregamento dos silos e

alimentação animal. Isto é interessante, pois a maior estabilidade aeróbia está associada à menor deterioração da silagem, preservando por mais tempo os nutrientes que deverão ser consumidos pelos animais.

As silagens de trigo feitas a partir de plantas no período de floração apresentam maior digestibilidade. No entanto, conforme ASHBELL et al. (1997), a recomendação por colheita na fase de grão leitoso se dá pela maior produtividade de MS no campo sem que haja comprometimento da qualidade da planta visando a produção de silagem. Desta maneira, as plantas utilizadas no presente estudo foram colhidas quando os grãos encontravam-se na fase leitosa. A silagem de trigo utilizada de forma exclusiva ou como base para TMR neste estudo apresentou boa composição química (PB > 10% e FDN próximo de 50%, com base na MS). Valores próximos foram encontrados por WEINBERG et al. (2009), que obteve PB de 10,9% e FDN de 57,9% em silagens de trigo feitas em escala comercial. Estes fatores indicam que o trigo pode ser uma ótima opção para alimentação do gado de leite e/ou corte na região Sul do país, haja vista que o cultivo desta planta se dá durante o período do inverno, no qual a produção de silagem de milho safrinha é mais arriscada devido às intempéries climáticas para esta cultura.

2.5. Conclusão

Embora as perdas de MS tenham aumentado com a adição de TO, os valores foram baixos (< 5%). Considerando ainda que a TO não afetou negativamente a estabilidade aeróbia das silagens de TMR, os resultados deste estudo demonstram que a TO pode ser utilizada como componente de uma TMR em níveis de até 17% com base na MS.

Adicionalmente, as silagens de trigo na forma exclusiva ou como base da TMR apresentaram baixas perdas de MS (< 2%), boa composição química e alta estabilidade aeróbia (> 80 horas), indicando que esta planta pode ser utilizada de diferentes maneiras (ensilada de forma exclusiva ou como base para TMR) e constitui uma boa opção para utilização na alimentação de ruminantes na região Sul do país.

Referências

ABBEDDOU, S.; RISCHKOWSKY, B.; HILALI, M. E.; HESS, H. D.; KREUZER, M. Influence of feeding Mediterranean food industry byproducts and forages to Awassi sheep on physicochemical properties of milk, yoghurt and cheese. **Journal Dairy Research**, v. 78, p. 426–435. 2011.

ALBURQUERQUE, J. A.; GONZALEZ, J.; GARCÍA, D.; CEGARRA, J. Agrochemical characterization of alperujo, a solid by-product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. **Bioresource Technology**. v. 91, p. 195–200. 2004.

AOAC. **Association of Official Analytical Chemist**. Official methods of analysis, 15th ed. Washington DC: AOAC, 1990.

ASHBELL, G. Z. G.; WEINBERG, I.; BRUCKENTAL, K.; TABORI, N.; SHARET.. Wheat silage: effect of cultivar and stage of maturity on yield and degradability in situ. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.45. p709–712. 1997.

BUENO, A. V. I.; LAZZARI, G.; JOBIM, C. C.; DANIEL, J. L. P. Ensiling total mixed ration for ruminants: A review. **Agronomy**, v. 10, p. 879, 2020.

DEJONG, S.; LANARI, M.C. Extracts of olive polyphenols improve lipid stability in cooked beef and pork: Contribution of individual phenolics to the antioxidant activity of the extract. **Food Chemistry**, v.116, p.892–897, 2009.

FALSON, J. P. S.; POZADA, T. N.; HELING, O. I.; VASCONSELOS, Y. G. P.; WINK, A.; SCHAFHAUSER JUNIOR, J.; RABELO, C. H. S. . Crude olive cake as additive for corn and grass silage: fermentative loss. In: **6TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION**, 2019, Piracicaba. 6th ISFQC, 2019.

FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P.; NASCIMENTO JUNIOR, A. D.; MINELLA, E.; CAIERÃO, E. (2009). Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Embrapa Trigo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**.

HADJIPANAYIOTOU, M. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. **Livestock Production Science**, v.59, p.61–66, 1999.

IBRAOLIVA. **[Acesso ao site]** [2021]. Disponível em: <<https://www.ibraoliva.com.br/>> Acesso em: 24 de abril de 2021.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P.. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007. (suplemento especial).

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. 1. Ed. São Paulo, 2013. 714 p.

JONES, C. M.; J. HEINRICHS. 2013. Penn State Particle Separator. **[Acesso ao site]** [2021]. Disponível em: <https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

KENNELLY, J. J.; WEINBERG, Z. G. Small Grain Silage 1. **Silage science and technology**, n. silagesciencean, p. 749-779, 2003.

KLEINSCHMIDT, D.H.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* on the fermentation of corn silage during various stages of ensiling. **Journal of Dairy Science**. v.89. p3999–4004. 2006.

LOPEZ, S.E.; MÜHLBACH, P.R.F. Efeito de diferentes tratamentos na composição químico-bromatológica da aveia branca (*Avena sativa* L.) conservada nas formas de silagem ou feno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.4, p.333-338, 1991.

MARY B. HALL . Determination of Starch, Including Maltooligosaccharides, in Animal Feeds: Comparison of Methods and a Method Recommended for AOAC Collaborative Study **Journal of AOAC International**. v. 92, n. 1. 42-49, 2009

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWEN, E., CHANNA, K.; THEODOROU, M. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, n.4, p.321-330, 1999.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340 p.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217–1240, 2002.

MOON, N.J.. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and proprionate, and their synergistic mixture. **Journal of Applied Microbiology**. v. 55, p. 453–460, 1983.

NEOFYTOU, M. C.; MILTIADOU, D.; SFAKIANAKI, E.; CONSTANTINOU, C.; SYMEOU, S.; SPARAGGIS, D.; HAGER-THEODORIDES, A. L.; TZAMALOUKAS, O. The use of ensiled olive cake in the diets of Friesian cows increases beneficial fatty acids in milk and Halloumi cheese and alters the expression of SREBF1 in adipose tissue. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 10, p. 8998-9011, 2020.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.. Microbiology of ensiling. In: Buxton, D.R., Muck, R.E., Harrison, J.H. (Eds.), **Silage Science and Technology**. Agronomy Monograph 42. American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, pp. 31–93, Chapter 2. 2003.

PALLARA, G.; A. BUCCIONI, R.; PASTORELLI, S.; MINIERI, M.; MELE, S.; RAPACCINI, A.; MESSINI, M.; PAUSELLI, M.; SERVILI, L.; GIOVANNETTI, E. C. VITI.. Effect of stoned olive pomace on rumen microbial communities and

polyunsaturated fatty acid biohydrogenation: an *in vitro* study. **BMC Veterinary Research**. v. 10, p. 1–15, 2014.

RABELO, C.H.S.; MARI, L.J.; REIS, R.A.. Survey about the use of bacterial inoculants in Brazil: effects on silage quality and animal performance. In: **Silva, T., Santos, E.M. (Eds.), Advances in Silage Production and Utilization**. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 3–37. 2016.

ROTH, A. P.; SIQUEIRA, G. R.; RABELO, C.H.S.; MORETTI, M. H.; HÄRTER, C. J.; RESENDE, F. D.; REIS, R. A.. Effect of days postburning and calcium oxide on the fermentation, aerobic stability and nutritional characteristics of sugarcane silage for finishing Nellore steers. **Grass and Forage Science**, v.73, p.671–684, 2018.

RUPPEL K. A.; PITT R. E.; CHASE L. E; GALTON D.M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science** v. 78, p. 141–153, 1995.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J. J.; ST-PIERRE, N. R. Metaanalyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, v.2, p. 1203–1214. 2008.

SCHINGOETHE, D.J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, p.10143–10150, 2017.

SENGER, C.C.D.; KOZLOSKI, G.V.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L.M., MESQUITA, F.R.; ALVES, T.P.; CASTAGNINO, D.S. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 146, p. 169–174., 2008.

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

VARGAS-BELLO-PÉREZ, E.; VERA, R.R.; AGUILAR, C.; LIRA, R.; PEÑA, I.; FERNÁNDEZ, J. Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese. **Animal Feed Science and Technology**, v.184, p.94–99, 2013.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes**. 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) apresentada à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

WANG, F.; NISHINO, N.. Resistance to aerobic stability, of total mixed ration silage: effect of ration formulation, air infiltration and storage period on fermentation characteristics and aerobic stability. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 88, p.133–140, 2008.

WANG, F.; NISHINO, N., Association of *Lactobacillus buchneri* with aerobic stability of total mixed rations containing wet brewers grains preserved as silage. **Animal Feed and Science Technology**. v.149, p. 265–274, 2009.

WEINBERG, Z. G., Y. CHEN,; P. WEINBERG. Ensiling olive cake without molassed for ruminant feeding. **Bioresource Technology**. v.99, p.1526-1529, 2008.

WEINBERG, Z.G.; CHEN, Y.; SOLOMON, R.. The quality of commercial wheat silages in Israel. **Journal of Dairy Science**. v. 92, p. 638–644. 2009

WEISSBACH, F. Correction of dry matter content of silages used as substrate for biogas production. In: **XV INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE PROCEEDINGS**. Madison, Wisconsin, USA, p. 483 – 484, 2009.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101–116, 1990.

3. CAPÍTULO 3 - IMPLICAÇÕES PRÁTICAS SOBRE O USO DA TORTA DE OLIVA (TO)

Por ser um subproduto úmido e que se deteriora rapidamente em contato com o oxigênio, algumas considerações sobre o manejo e utilização da TO devem ser feitas. Atualmente, a TO é alocada em grandes tanques de decantação e permanece ali por um longo período de tempo para secagem natural e, em algumas ocasiões, tem sido utilizada como resíduo orgânico para adubação após este período. Todavia, este é um processo que envolve muito tempo de espera e pouco eficiente.

Após o processamento da oliva, algumas agroindústrias utilizam caminhões com tanque reservatório para transportar o subproduto úmido para os tanques de decantação descritos acima. É preciso ressaltar que o uso destes caminhões facilita a logística de sua distribuição dentro da propriedade e é um possível meio para distribuição do subproduto para demais localidades. Por outro lado, um fator que necessita maiores estudos, seria o seu transporte para maiores distâncias, uma vez que é necessário averiguar o comportamento da TO nesse processo e o custo envolvido com o transporte. Inicialmente, as agroindústrias que atualmente beneficiam a oliva para a produção do azeite podem se beneficiar quanto à utilização deste subproduto, que já é utilizado na alimentação animal em outros países, como por exemplo, o Japão. Em termos práticos, uma possível maneira de utilização e distribuição da TO, seria incluí-la na massa de forragem no momento do enchimento do silo. Vale lembrar que este é um subproduto que contém alta umidade (>70%). Portanto, a aplicação do mesmo no processo de ensilagem deve envolver a utilização de produtos com elevada matéria seca, para sequestro da umidade proveniente da TO, com vistas a evitar qualquer tipo de fermentação indesejável dentro do silo.

Outro ponto que requer grande atenção na prática é a homogeneização da TO junto aos demais ingredientes utilizados na preparação da silagem (especialmente silagem de dieta total). Como a consistência da TO é pastosa, sua homogeneização é dificultada. Neste sentido, um possível caminho para assegurar uma adequada homogeneização dos ingredientes para produção de silagem seria utilizar um vagão misturador no momento do enchimento do silo.

Desta forma, o vagão contendo balança deve facilitar o processo, além de garantir a proporção adequada de cada ingrediente na dieta.

Alguns trabalhos já demonstraram a viabilidade de se armazenar a TO exclusiva em meio anaeróbio, contudo, é necessária uma avaliação em condições locais para validação desse processo. Em caso do processo ser viável, seria interessante o seu armazenamento em estruturas menores (como *bags* plásticos com cerca de 300 à 500 kg) visando o seu transporte e até mesmo comercialização.

Espera-se também que um marco fundamental da utilização de TO na alimentação animal seja seu efeito benéfico sobre os produtos de origem animal e na sua agregação de valor nos mesmos. Isto se dá em virtude do adequado teor de ácidos graxos insaturados contidos na TO. A agregação de valor sobre a carne e leite comercializadas provenientes da alimentação animal com TO é um passo importante do processo, haja vista que se trata de produtos com maior valor de mercado e comportam maior custo de produção. Por outro lado, se a alimentação animal servir apenas de descarte adequado para a TO sem que haja qualquer benefício adicional, possivelmente seu uso deverá ser mais local, em virtude dos transtornos com o seu manejo, transporte e distribuição.