

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL/FAEM

Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Dissertação

Inclusão de torta de oliva em silagem de milho e capim elefante

Mestrando: Tierri Nunes Pozada

Orientador: Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo

Pelotas, 2021

Tierri Nunes Pozada

Inclusão de torta de oliva em silagem de milho e capim elefante

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: Prof. Dr. Carlos Henrique Silveira Rabelo

Coorientador: Dr. Jorge Schafhäuser Junior

Pelotas, 2021

Errata

POZADA, T. N. **Inclusão de torta de oliva em silagem de milho e capim elefante**. Orientador: Carlos Henrique Silveira Rabelo. 2021. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

Tierri Nunes Pozada

Inclusão de torta de oliva em silagem de milho e capim elefante

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

Data da defesa: 20/07/21

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

Profa. Dra. Naiara Caixeta Da Silva, Doutora em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista

DEDICATÓRIA

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por iluminar o meu caminho e me proporcionar chegar até aqui acompanhado de pessoas tão incentivadoras do meu crescimento pessoal e profissional, pela minha saúde e de minha família e pela minha vida.

Aos meus pais Ermes Dario Hernandez Pozada e Edna Nunes Pozada por me darem todo amor e carinho que puderam e pelo apoio necessário durante toda a minha vida. Aos meus irmãos Eduardo Nunes Pozada e Matias Nunes Pozada, que são os melhores amigos que posso contar. Amo muito todos vocês!!!

Agradecimentos

À minha namorada Ingrid Borges de Souza, que me acompanha desde a minha formação acadêmica e que me “da impulso” para a cada dia me tornar um homem melhor. Obrigado por tudo, de coração!!! Te amo muito!!!

Aos meus sogros Elizete Borges de Souza e Tasso Emir Souza por serem minha segunda família durante este período.

À minha Vó Ana Inocencia Hernandez Pozada por ser uma grande amiga e incentivadora do meu crescimento.

Ao meu orientador e que posso dizer um grande amigo, o professor Carlos Henrique Silveira Rabelo, por todo o empenho em desenvolver o nosso trabalho junto da nossa formação, por me orientar durante esta fase e por todo o conhecimento que me foi repassado.

Ao meu coorientador e amigo Dr. Jorge Schafhäuser Junior, pesquisador da Embrapa que nos apoiou com o estudo, com a Embrapa, e também com todo seu conhecimento e experiência na área.

Ao colega de mestrado e hoje grande amigo, João Pedro Soares Falson, pela parceria neste trabalho e pela amizade criada ao longo destes dois anos.

Aos meus amigos que sempre estiveram comigo, independente da distancia, com certeza, todos vocês me ajudaram. Em especial aos mais íntimos, os quais dividem base comigo em Pelotas há muitos anos, Dudu, Rafa, Cris e Gringo, que, hoje distante de nós, mas por uma causa nobre, que é o seu mestrado, vocês foram minha família em Pelotas.

Aos colegas de grupo e estagiários que foram reforços no dia a dia de estudo e trabalho durante este período, André, Yuri e Oséias, meu total agradecimento.

À UFPel por ser a instituição onde me formei e agora continuo a conquistar títulos, me aperfeiçoar técnica e pessoalmente, e por ser uma porta de entrada para o mundo do conhecimento técnico e científico.

À Embrapa Clima Temperado Estação Terras Baixas pelo apoio que nos foi dado durante os nossos trabalhos a campo e laboratório.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (processo nº 19/2551-0001723-5; Porto Alegre, Brasil) e à Coordenação de Aperfeiçoamento

de Pessoal de Nível Superior (CAPES; Brasília, Brasil) pelo apoio financeiro e pela concessão da bolsa de estudo.

EPÍGRAFE

"No me hago al lao de la güeya
aunque vengan degollando;
con los blandos yo soy blando
y soy duro con los duros,
y ninguno en un apuro
me ha visto andar tutubiando.

En el peligro qué Cristo!
El corazón se me enancha.
pues toda la tierra es cancha,
y de esto naides se asombre:
el que si tiene por hombre
donde quiera hace pata hancha
Soe gaucho, y entiéndanlô

Como mi lengua lo esplica:
para mi la tierra es chica
y pudiera ser mayor;
ni la víbora me pica
ni quema mi frente el sol.

Nací como nace el peje
en el fundo de la mar:
naides puede quitar aquello
que Dios me dió:
lo que al mundo truje yo
del mundo lo he de llevar."

Extraído de Martín Fierro, de José Hernández.

Resumo

POZADA, Tierri Nunes. **Inclusão de torta de oliva em silagem de milho e capim elefante**. Orientador: Carlos Henrique Silveira Rabelo. 2021. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

Objetivou-se por meio deste estudo avaliar o efeito da inclusão da torta de oliva (TO; um subproduto do beneficiamento da azeitona para produção de azeite) sobre a fermentação, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de milho e capim elefante. Para isso, os seguintes tratamentos foram confeccionados: forragem de milho ensilada com 5% de TO (com base na matéria verde); forragem de milho ensilada sem TO (controle); capim elefante ensilado com 5% de TO (com base na matéria verde); e capim elefante ensilado sem TO (controle). As silagens foram produzidas em silos experimentais (tubos de PVC com capacidade de 2,5 L) e armazenadas por 99 dias. Após abertura dos silos, o material ensilado foi submetido a um ensaio de estabilidade aeróbia por 10 dias. O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 2 (duas culturas) $\times$ 2 (com ou sem torta de oliva), com três repetições. Não houve diferença ($P > 0,05$) nas perdas fermentativas para silagem de milho (média geral de 63,8 g/kg de matéria seca (MS)) e silagem de capim (média geral de 90,8 g/kg de MS) em função da inclusão de TO. Quanto ao perfil fermentativo, a concentração de ácido butírico aumentou 35,6% na silagem de capim quando tratada com TO ($P = 0,002$) e o ácido láctico diminuiu 30% na silagem de milho e quase 50% na silagem de capim quando tratadas com TO ($P = 0,015$). O ácido acético diminuiu 14,8% na silagem de milho e aumentou 19,3% na silagem de capim devido à inclusão da TO ($P = 0,007$). Já em relação à composição química das silagens, observamos que o teor de extrato etéreo aumentou em média 53% para ambas as culturas conforme a aplicação de TO ($P = 0,001$). A estabilidade aeróbia das silagens após abertura dos silos não foi alterada pela inclusão de TO ($P \geq 0,18$). A inclusão de TO na silagem de milho em 5% (base na matéria natural) não altera as perdas de MS e estabilidade aeróbia, indicando que a ensilagem desta cultura acrescida de TO pode ser

uma estratégia adequada para evitar o descarte deste subproduto no ambiente. Por outro lado, a inclusão de TO na ensilagem de capim aumentou numericamente (107%) a produção de efluente e resultou em fermentações secundárias (butírica).

Palavras chave: ensilagem, milho, *Pennisetum purpureum*, subproduto, torta de oliva

ABSTRACT

POZADA, Tierri Nunes. **Adding crude olive cake on corn and elephant grass silages**. Advisor: Carlos Henrique Silveira Rabelo. 2021. 49 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2021.

The objective of this study was to evaluate the effect of including crude olive cake (CO; a by-product from olives processing for production of olive oil) on fermentation, chemical composition, and aerobic stability of corn and elephant grass silages. For that, an experiment was conducted with the following treatments: corn forage with 5% CO (based on fresh matter); corn forage without CO (control); elephant grass with 5% CO (based on fresh matter); and elephant grass without CO (control). The silages were produced in experimental silos (PVC tubes with 2.5 L-capacity) and stored for 99 days. After the silos were opened, the aerobic stability of silages was assessed for 10 days. The experiment was conducted in a completely randomized design under a factorial scheme 2 (two crops) $\times$ 2 (with or without CO), with three replications. There was no difference ($P > 0.05$) in fermentative losses for corn silage (overall mean of 63.8 g/kg of dry matter (DM)) and grass silage (overall mean of 90.8 g/kg DM) due to the inclusion of CO. Regarding the fermentative profile, butyric acid increased by 35.6% in the grass silage when treated with CO ($P = 0.002$) and lactic acid decreased by 30% in corn silage and almost 50% in grass silage when treated with CO ($P = 0.015$). Acetic acid decreased by 14.8% in corn silage and increased by 19.3% in grass silage due to application of CO ($P = 0.007$). Regarding the chemical composition, we observed that the content of ether extract increased on average by 53% for both crops due to the application of CO ($P = 0.001$). After the silos were opened, the aerobic stability of silages was not altered by the inclusion of CO ($P \geq 0.18$). The inclusion of CO in the corn silage at 5% (based on fresh matter) does not alter DM losses and aerobic stability, indicating that the ensiling of corn crop with CO can be a good fate to avoid an undesirable discarding of this by-product in the environment. Moreover, the inclusion of CO in the grass silage increased numerically (107%) the effluent production and likely caused clostridial fermentations.

Keywords: by-product, corn, crude olive cake, ensiling, *Pennisetum purpureum*

Lista de Figuras

Figura 1 - Torta de oliva utilizada para confecção das silagens.	35
--	----

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Composição química (os dados são fornecidos em g/kg de MS, salvo indicação de outra maneira) da torta de oliva in natura (TO) e das forragens de milho e capim antes da ensilagem ($n = 3$; média $\pm$ erro padrão da média). 34

Tabela 2 - Perfil fermentativo e composição química (os dados são fornecidos em g/kg de MS, salvo indicação de outra maneira) de silagens de milho e capim sem (não tratada; U) ou tratadas com torta de oliva in natura (5% como base na MV; 5% TO) após 99 dias de ensilagem ($n = 3$). 38

Tabela 3 - Estabilidade aeróbia e composição química (os dados são fornecidos em g/kg de MS, a menos que indicado de outra forma) de silagens de milho e capim sem (não tratada; U) ou tratada com torta de oliva in natura (5% como base na matéria verde; 5% TO) após 220 h de exposição aeróbia ($n = 3$). 40

Lista de abreviaturas e siglas

TO	Torta de Oliva
N-NH₃	Nitrogênio Amoniacal
ADITE	Soma da diferença de temperaturas entre as silagens e o ambiente após 5 dias de exposição aeróbia
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

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	17
1. Introdução.....	17
2. Revisão da literatura.....	18
2.1. Silagem de milho	18
2.2. Silagem de capim	20
2.3. Torta de oliva	21
3. Referências.....	23
CAPÍTULO 2 - INCLUSÃO DE TORTA DE OLIVA EM SILAGEM DE MILHO E CAPIM: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PADRÃO FERMENTATIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA.....	30
4. Introdução.....	31
5. Materiais e métodos.....	32
5.1. Culturas, tratamentos e processo de ensilagem	32
5.3. Preparação das amostras e determinação da composição química	36
5.4. Análise estatística	37
6. Resultados.....	37
6.1. Fermentação e composição química de silagens de milho e capim tratadas com TO	37
6.2. Estabilidade aeróbia e composição química das silagens de milho e capim tratadas com TO após 220 h de exposição aeróbia	39
7. Discussão	41
7.1. Inclusão de TO nas silagens de milho e capim.....	41
7.2. Comparação das silagens de milho e capim	43
8. Conclusão.....	44
9. Referências.....	44

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

No Brasil, a produção de azeitona vem crescendo nos últimos anos, com destaque para o Rio Grande do Sul que é o maior produtor nacional de azeitonas com uma área de 4.500 hectares, de acordo com uma estimativa do Instituto Brasileiro de Olivicultura (SEBRAE, 2020). Parte da produção de olivas tem sido destinada para a produção do azeite. Assim, após a extração do azeite é produzida uma grande quantidade de matéria orgânica (MO) de difícil biodegradação, compreendendo água e bagaço (caroço esmagado, pele e polpa com presença de óleo), que normalmente é chamada de orujo, bagaço ou torta de oliva (TO). Embora a composição da TO varie de acordo com o tipo de processamento para a produção do azeite, esta normalmente apresenta baixo teor de proteína bruta (PB) (<10% da matéria seca (MS)), alto teor de fibra bruta (até 50% da MS) e até 15% de extrato etéreo (EE), o qual é caracterizado pela elevada quantidade de ácidos graxos insaturados (principalmente C18:1 *cis*-9, ácido oleico; MOLINA-ALCAIDE & YAÑEZ-RUIZ, 2008). Pela alta quantidade de EE e perfil desejável de ácidos graxos, a utilização da TO na nutrição animal pode ser uma alternativa interessante e sustentável, já que seu descarte no ambiente pode causar problemas ambientais.

Neste sentido, uma maneira de oportunizar a utilização da TO na alimentação dos ruminantes é por meio da sua ensilagem (HADJIPANAYIOTOU, 1996). A conservação na forma de silagem parece ser uma opção prática e eficaz para preservar a TO, com a manutenção das suas características (teores elevados de lipídeos, fenóis totais e taninos totais) (RIZZO, 2018). Salienta-se que a estratégia de ensilar a TO também permite sua utilização ao longo do ano, uma vez que a colheita de oliva é sazonal (março e abril) na região sul do país. Uma alternativa que pode, inclusive, melhorar a ensilagem da TO, seria a utilização de algum ingrediente (forragens

e/ou concentrados) como veículo para modular a fermentação deste material em ordem de reduzir perdas fermentativas (HADJIPANAYIOTOU, 1996).

Embora o contexto mostre que seja possível ensilar a TO utilizando-se diferentes estratégias, não há dados sobre a inclusão da TO na ensilagem de culturas convencionais, como o milho e capim. Como estas forragens conservadas constituem uma importante fonte de nutrientes para a nutrição do rebanho bovino no Brasil (BERNARDES & RÊGO, 2014), a inclusão de uma porcentagem de TO na ensilagem do milho e capim elefante poderia constituir em dreno do subproduto produzido, além de potencialmente melhorar a composição da silagem, sem afetar negativamente as perdas fermentativas e a estabilidade aeróbia das silagens. Desta maneira, objetivou-se por meio deste estudo avaliar o efeito da inclusão da TO sobre a fermentação, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de milho e capim elefante.

2. Revisão da literatura

2.1. Silagem de milho

No Brasil, os sistemas de produção de bovinos, sejam eles de corte ou de leite, são geralmente baseados na adoção de dois tipos de sistemas de alimentação, que podem ser independentes ou complementares. Estes sistemas são respectivamente o uso de pastagens como base da alimentação e/ou o uso de confinamento dos animais com a dieta total via cocho (JARENTCHUK et al., 2006). Em ambos os casos, o uso de silagens é uma alternativa interessante, seja ela para suprir a baixa oferta de forragem em períodos de vazios forrageiros, ou como volumoso na composição de dietas de rebanhos confinados (DEMINICIS et al., 2009; OLIVEIRA & MILLEN, 2014). Nestes casos, a silagem serve como importante fonte de nutrientes e também como fonte de fibra, o que permite manter a saúde ruminal dos animais (WILKINSON & RINNE, 2017).

Uma pesquisa sobre as práticas de produção de silagens em fazendas leiteiras no Brasil mostrou que o milho é a principal cultura destinada à produção de silagem, sendo utilizado por 82,7% dos produtores (BERNARDES & RÊGO, 2014). Em relação ao gado de corte, a silagem de milho também

aparece como o alimento volumoso mais utilizado por nutricionistas em confinamentos e semi-confinamentos no Brasil (OLIVEIRA & MILLEN, 2014). Do mesmo modo, um levantamento feito no estado de Minas Gerais mostrou que o milho foi a espécie mais citada pelos produtores como cultura destinada à produção de silagem (BERNARDES et al., 2013). Neste estudo, dos 39 entrevistados, 38 (97,4%) afirmaram que utilizam tal cultura isoladamente ou em associação com outras espécies forrageiras, como sorgo, cana-de-açúcar e capins. Este cenário se justifica por essa espécie reunir características positivas para a produção de silagem, tais como alta ensilabilidade, elevada produtividade (15 a 25 t de MS/ha) e elevado valor nutritivo.

A cultura do milho para silagem se tornou importante por ser uma das mais produtivas em termos de energia digestível por área, pela sua alta produção de massa e qualidade nutricional (PENN STATE, 2004). Este fato possibilita explorações pecuárias intensivas, com alta produtividade animal por área, mesmo em pequenas propriedades. As menores perdas em silagem de milho podem ser atribuídas ao teor adequado de MS e de carboidratos solúveis e ao baixo poder tampão, permitindo rápida e adequada fermentação láctica, o que resulta no declínio do pH (MUCK, 2010).

Por outro lado, a silagem de milho apresenta baixa estabilidade aeróbia após a abertura dos silos, especialmente quando produzida em locais com temperaturas mais altas, como nos trópicos, devido ao maior crescimento dos microrganismos deterioradores (ASHBELL et al., 2002). Por isso, medidas para prevenir a deterioração da silagem são fundamentais, e os esforços para atingir esse objetivo devem ser direcionados antes, durante e após a ensilagem. As práticas de manejo que podem ser usadas para prevenir a deterioração aeróbia antes da ensilagem incluem a colheita de forragens na concentração de MS e tamanho de partículas ideais (otimizar a densidade e minimizar a porosidade da silagem, fatores que predispõem a silagem à deterioração). Estratégias de gerenciamento adicionais para prevenir a deterioração aeróbica incluem 1) ensilar forragens em uma taxa e densidade ideais, 2) uso de aditivos que reduzam a deterioração aeróbia, 3) escolha do tipo de filme plástico e 4) dimensionamento do silo para evitar a baixa taxa de retirada de silagem diária para alimentação animal (BERNARDES et al., 2018; KUNG et al., 2003).

2.2. Silagem de capim

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma forrageira com excelente potencial de produção de MS (20 a 30 t/ha), sendo uma alternativa às culturas anuais para produção de silagem. Para a produção de silagem, têm sido recomendados cortes desta forrageira quando nova, visando melhor valor nutritivo; porém, é necessário eliminar o excesso de umidade da forragem para evitar fermentações indesejáveis (ZANINE et al., 2006). Além do alto teor de umidade no momento ideal para o corte, o baixo teor de carboidratos solúveis e o elevado poder tampão das gramíneas são fatores que inibem adequado processo fermentativo desta forrageira, dificultando a confecção de silagens de boa qualidade em caso da não utilização de aditivos (GUIM et al., 2002; RODRIGUES et al., 2005). Além de prejudicar a fermentação, a ensilagem de forragens com alto teor de umidade resulta na produção de elevadas quantidades de efluente (MCDONALD et al., 1991).

A ensilagem de gramíneas com baixo teor de carboidratos solúveis favorece as perdas durante o processo de ensilagem e, aliada ao elevado teor de umidade da forrageira, propicia o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (BERNARDINO et al., 2005; PIRES et al., 2009). Estas bactérias desenvolvem-se às expensas de carboidratos e proteínas da massa ensilada gerando perdas sensíveis no valor nutritivo (CASTRO et al., 2006; JOBIM et al., 2007). Quantidades apreciáveis de ácido butírico e nitrogênio não protéico (N-NH₃) são geradas e influenciam negativamente as características bioquímicas, sensoriais e bromatológicas da silagem, determinando a qualidade do volumoso conservado (CHARMLEY, 2001). Microrganismos deste gênero têm sua máxima eficiência de atuação em ambientes com elevada atividade de água, elevado pH (>5,0) e alta temperatura (MCDONALD et al., 1991).

Portanto, práticas de manejo que reduzam o teor de umidade e acelerem a queda do pH, reduzem os efeitos negativos da ação dessas bactérias na massa ensilada (MARTHA JR. et al., 2000). Desta forma, recomenda-se a adição de produtos ricos em MS ou tratamentos que eliminem o excesso de umidade da forragem (CÂNDIDO et al., 2007; CARVALHO et al., 2007b, 2008; TEIXEIRA et al., 2008a), como é o caso do pré-emurchecimento da forragem antes da ensilagem. Adicionalmente, a inclusão de subprodutos na ensilagem

do capim pode ser uma alternativa interessante para modular o processo fermentativo de forma a reduzir as perdas de MS.

2.3. Torta de oliva

Nas safras de 2005/2006 foram identificados no Rio Grande do Sul pouco mais de 100 ha com olivais, enquanto que em 2016/2017, a área somou um total de 3.464,6 ha (JOÃO & CONTE, 2007; JOÃO, ALMEIDA & AMBROSINI, 2017). Boa parte das olivas produzidas no estado é destinada para a produção de azeite. Apesar do pouco tempo de produção, alguns rótulos de fabricantes gaúchos já receberam prêmios internacionais pela alta qualidade do azeite de oliva produzido, o que é um diferencial importante em um mercado onde há forte concorrência com produtos importados (EVOOWR, 2017). Normalmente, para obtenção destes azeites, há somente uma extração de óleo proveniente das oliveiras, o que torna o resíduo (TO) uma fonte interessante de energia para utilização na alimentação animal.

Devido à sazonalidade da produção de oliva (a colheita concentra-se nos meses de março e abril no Rio Grande do Sul), para potencializar sua utilização na alimentação animal durante todo o ano se faz necessária uma conservação e armazenamento adequados do material. Podendo ser uma maneira de oportunizar a utilização da TO na alimentação dos ruminantes a sua ensilagem (HADJIPANAYIOTOU, 1999). O método de secagem pode ser utilizado para preservação, mas o excesso de secagem pode diminuir o consumo e o valor nutritivo deste e outros subprodutos (DELGADO PERTIÑEZ et al., 1998, 2000), além de ser um processo economicamente caro. As principais limitações para preservar a TO são seus altos teores de umidade e óleo. No entanto, a ensilagem tem sido relatada como um procedimento simples, barato e eficiente para preservar a TO (HADJIPANAYIOTOU, 1999).

Quando a oliva não é processada com solventes para a extração do óleo remanescente, que é principalmente óleo de semente, o subproduto que é rico em energia se deteriora rapidamente (sofre oxidação) na presença de oxigênio pelo alto teor de óleo e umidade (cerca de 50%) (HADJIPANAYIOTOU, 1994a). Foi demonstrado anteriormente (HADJIPANAYIOTOU, 1994b) que a técnica de ensilagem pode ser usada com segurança para armazenamento prolongado de

bolo de azeitona sozinho ou em combinação com outros subprodutos (melaço, cama de aves) ou alimentos convencionais (cevada ou grão de milho). A TO ensilada foi previamente utilizada em diferentes concentrações (10, 20, 30, 40, 50, 78%) em blocos de uréia (HADJIPANAYIOTOU, 1996) e/ou como substituto parcial (30%) de alimentos convencionais (feno de cevada, palha, concentrado) em dietas de ruminantes adultos ou em crescimento (HADJIPANAYIOTOU, 1996). Os resultados mostraram que houve menor consumo de MS na dieta com TO acrescido de uréia, porém, não houve diferença no ganho de peso dos animais (HADJIPANAYIOTOU & KOUMAS, 1996). Um experimento reportou que a inclusão de 3% de melaço melhorou a fermentação da silagem de TO, mas em taxas de aplicação mais altas resultou em maiores perdas (WEINBERG et al., 2008). Adicionalmente, o teor de polifenóis da TO foi reduzido em 40% durante a ensilagem, melhorando assim o valor nutricional deste subproduto (WEINBERG et al., 2008). Todavia, até o momento não há relatos na literatura incluindo TO na ensilagem de culturas convencionais, como o milho e capim.

Ressalta-se que os principais constituintes orgânicos da TO são açúcares, compostos nitrogenados, ácidos voláteis, poliálcoois, pectinas, óleos e polifenóis (SCHIEBER et al., 2001). Em relação aos lipídeos, esse valor pode ser superior a 10% (com base na MS) dependendo do método de extração do óleo para produção de azeite. Entre os ácidos graxos de cadeia longa encontrados na TO, destaca-se o oléico (68,3% a 73,3%), seguido pelo ácido palmítico (12,3% a 13,6%) e o linoléico (9,6% a 11,9%) (BORJA & RINCÓN, 2006). Desta maneira, a suplementação de pequenos e grandes ruminantes com TO poderia modular o perfil de ácidos graxos do leite e carne em ordem de reduzir problemas de saúde quanto ao consumo humano.

Ao suplementar ovelhas Chios, cabras Damasco e vacas Holandesas em lactação, HADJIPANAYIOTOU (1998) observou que a substituição de volumosos convencionais pela silagem de TO resultou em aumento de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e do teor de lignina da dieta total. De acordo com o mesmo autor e de modo geral, a utilização da silagem de TO como substituto parcial dos volumosos convencionais resultou em maior teor de gordura do leite, o que pode ser atribuído ao maior teor de fibra e EE deste

subproduto. Incluindo 20% de TO na dieta de ovelhas lactantes, observou-se um aumento na produção total de leite de 19% (649 vs. 772g por animal/dia; CHIOFALO et al., 2004). Neste estudo, houve também aumento nas concentrações de ácido oléico e linoléico no leite dos animais alimentados com a dieta contendo TO em comparação com um concentrado comercial. Avaliações do perfil de ácidos graxos do leite e do queijo de ovelha mostraram aumento dos ácidos graxos oleicos e monoinsaturados e diminuição dos ácidos graxos saturados e do risco aterogênico, o que ocorreu através da suplementação de TO em sistemas tradicionais de produção ovina no Chile (VARGAS-BELLO-PÉREZ et al., 2013). Neste sentido, existe potencial para o uso de TO em dietas para ruminantes, não apenas para fornecer fibra "barata" e energia na alimentação dos animais, mas também para direcionar a obtenção de produtos de origem animal mais saudáveis em termos de perfil de ácidos graxos.

Face ao potencial de utilização da TO é preciso reconhecer que para que um alimento tenha valor na prática, ele deve ter adequadas qualidades nutricionais e estar disponível a um custo que permita lucro no mercado (MOLINA-ALCAIDE & YÁÑEZ-RUIZ, 2008). Desta forma, a TO apresenta potencial de contribuir para a melhora do valor alimentício, qualidade e redução de custo (principalmente em locais próximos das agroindústrias que beneficiam a oliva) comparado com os alimentos alternativos convencionais, cujo custo pode ser subsidiado.

3. Referências

ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G.; HEN, Y.; FILYA, I. **The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages.** Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, Basingstoke, v. 28, p. 261-263, 2002.

BERNARDES, T.F.; DO RÊGO, A.C.; CASAGRANDE, D.R.; STEFANELLI LARA, M.A.; LIMA, L.M.; DA SILVA, N.C. **Produção e uso de silagens em fazendas leiteiras em três mesorregiões do Estado de Minas Gerais.** Revista Ciencias Agrarias, v. 56, n. 2, p. 133-138, abr./jun., 2013.

BERNARDES, T.F.; DO RÊGO, A.C. **Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms.** Journal of Dairy Science v.83, p.1264-1273, 2014.

BERNARDES, T. F.; DANIEL, J. L. P.; ADESOGAN, A. T.; McALLISTER, T. A.; DROUIN, P.; NUSSIO, L. G.; CAI, Y. **Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions.** Journal of Dairy Science, 101(5), 4001–4019. doi:10.3168/jds.2017-13703, 2018.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. **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.2185-2291, 2005.

BORJA, R.F.R.; RINCÓN, B. **Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills.** Grasas y Aceites, Sevilla, v. 57, n.1, p. 32-46, 2006.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; FERREIRA, A. C. H. **Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado de maracujá.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1489-1494, 2007.

CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; AZEVEDO, J. A. G.; CARVALHO, J. C. **Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n. 5, p. 1495-1501, 2007b.

CASTRO, F. G. F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C. M.; CAMPOS, F. P.; COELHO, R. M.; MARI, L. J.; TOLEDO, P. A. **Características de fermentação e composição químico bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.1, p.7-20, 2006a.

CHARMLEY, E. **Towards improve silage quality: A review.** Can Journal Animal Science. 81:157-168, 2001.

CHIOFALO, B.; LIOTTA, L.; ZUMBO, A.; CHIOFALO, V. **Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition.** Small Ruminant Research 55, 169–176, 2004.

DELGADO PERTINEZ, M.; CHESSON, A., PROVAN, G.J.; GARRIDO, A.; GÓMEZ-CABRERA, A. **Effect of different drying systems for the conservation of olive leaves on their nutritive value for ruminants.** Annimal Zootech. 47, 141–150, 1998.

DELGADO PERTINEZ, M.; GÓMEZ-CABRERA, A.; GARRIDO, A. **Predicting the nutritive value of the olive leaf (*Olea europaea*): digestibility and chemical composition and in vitro studies.** Animal Feed Science Technology. 87, 187–201, 2000.

DEMINICIS, B.B.; VIEIRA, H.H.; JARDIM, J.G.; ARAUJO, S.A.C.; CHAMBELA, A.N.; OLIVEIRA, V.C.; LIMA, E.S. **Silagem de milho - características agrônômicas e considerações.** Revista Electrónica de Veterinária, Málaga, v. 10, n. 2, p. 1-18, 2009.

EVOOWR – WORLD RANKING OF EXTRA VIRGIN OLIVE OILS. **EVOO of the year 2017.** [S.l.], [2018]. Disponível em: <http://www.evooworldranking.org/_EN/ran_evoo.php> Acesso em: 10 abr. 2021.

GUIM, A.; ANDRADE, P.; ITURRINO-SCHOCKEN, R. P.; FRANCO, G. L.; RODRIGUES, A. C.; MALHIEROS, E. B. **Estabilidade aeróbica de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurchecido e tratado com inoculante microbiano.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 6, p. 2176-2185, 2002.

HADJIPANAYIOTOU, M. **Voluntary intake and performance of ruminant animals offered poultry litter-olive cake silage.** Livestock Research For Rural Development, 6 (2) paper 5.9 p, 1994a.

HADJIPANAYIOTOU, M. **Laboratory evaluation of ensiled olive cake, tomato pulp and poultry litter.** Livestock Research For Rural Development, 6 (2), paper 4.9 p, 1994b.

HADJIPANAYIOTOU, M. **Urea blocks without molasses made of a variety of by-products and binders.** Livestock Research For Rural Development, 8 (4), 30-36, 1996.

HADJIPANAYIOTOU, M.; KOUMAS, A. **Performance of sheep and goats on olive cake silages.** Technical Bulletin 176. Agricultural Research Institute, Nicosia. 10p, 1996.

HADJIPANAYIOTOU, M. **Partial replacement of soybean meal with urea in diets of lactating Friesian cows offered concentrate mixtures in frequent meals.** Technical Bulletin 188. Agricultural Research Institute, Nicosia. 8p, 1998.

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

JAREMTCHUK, A.R.; MEIRELLES, P.R.L.; GONÇALVES, H.C.; OSTRENSKY, A.; KOSLOWSKI, L.A.; MADEIRA, H.M.F. **Produção, composição bromatológica e extração de potássio pela planta de milho para silagem colhida em duas alturas de corte.** Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v. 28, n. 3, p. 351-357, 2006.

JOÃO, P. L.; ALMEIDA, G. T. F.; AMBROSINI, L. B. **Nota técnica: cadastro olivícola 2017**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação/ Câmara Setorial das Oliveiras, 2017. Acesso em: 27 abr. 2021.

JOÃO, P. L.; CONTE, A. (Coord.). **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul: 2006**. Porto Alegre: Emater/RS-ASCAR, 2007.

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.

KUNG JR., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. **Silage additives**. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). *Silage Science and Technology*. Madison, USA: American Society of Agronomy, 2003a. p. 305-360.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 340p., 1991.

MARTHA JR, G.B.; NUSSIO, L.G.; BALSALOBRE, M.A.A, et al. **Produção de silagem de gramíneas tropicais: conceitos básicos e aplicados**. Departamento de Produção Animal/Centro de Treinamento de Recursos Humanos, ESALQ/USP, Piracicaba, 2000. 35 p.

MOLINA-ALCAIDE, E.; YÁÑEZ-RUIZ, D. R. **Potential use of olive by-products in ruminant feeding: A review**. *Animal Feed Science and Technology*, 147 (1-3), 247–264. doi: 10.1016/ journal animal feed science 2007.09.021, 2008.

MUCK, R.E. **Silage microbiology and its control through additives**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, supl. spe., p.183-191, 2010.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. **Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil**. *Animal Feed Science and Technology*, v. 197, p. 64-75, 2014.

PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY – PENN STATE. **From harvest to feed: understanding silage management**. State College: Pennsylvania State University, 40 p., 2004.

PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; CARVALHO JÚNIOR, J.N.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. **Capim elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.1, p.34-39, 2009.

RIZZO, F.A. **Caracterização e potencial de uso para ruminantes da torta de oliva in natura e ensilada**. 2018. 110 f. Tese doutorado (Doutor em Ciências - Produção e Nutrição de Ruminantes) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas 2018.

RODRIGUES, P. H. M.; BORGATTI, L. M. O.; GOMES, R. W.; PASSINI, R.; MEYER, P. M. **Adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim elefante**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 34, n. 4, p. 1138-1145, 2005.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F.C.; CARLE, R. **By-products of plant food processing as a source of functional compounds - recent developments**. Trends in Food Science and Technology, 12, 401–413, 2001.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS < Disponível em: <https://sebraers.com.br/momento-da-empresa/maior-produtor-brasileiro-de-azeite-de-oliva-expande-area-no-rs/>. 2020 > Acesso em: 18/04/2021.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; NASCIMENTO, P. V. N. **Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 60, n. 1, p. 227-233, 2008a.

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, 184 (1-4), 94–99. doi:10.1016/j. animal feed science. maio 2013.

WEINBERG, Z. G.; CHEN, Y.; WEINBERG, P. **Ensiling olive cake with and without molasses for ruminant feeding.** Bioresource Technology, 99 (6), 1526–1529. doi:10.1016/j.biortech, 2008.

WILKINSON, J.M.; RINNE, M. **High lights of progress in silage conservation and future perspectives.** Grass and Forage Science.v.73, p.40-52, 2017.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C.; PEREIRA, O. G. **Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo.** Archivos de Zootecnia, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

CAPÍTULO 2 - INCLUSÃO DE TORTA DE OLIVA EM SILAGEM DE MILHO E CAPIM: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PADRÃO FERMENTATIVO E ESTABILIDADE AERÓBIA

Resumo

Nosso objetivo foi investigar o impacto da adição de torta de oliva *in natura* (TO) na composição química, padrão fermentativo e estabilidade aeróbia da silagem de milho e capim. A planta inteira de milho (326 g de matéria seca (MS)/kg) e o capim elefante emurchecido por 4 h (229 g MS/kg) foram ensilados sem (controle) ou com 5% de TO (com base na matéria natural). A ensilagem foi realizada em dois mini-silos (tubos de PVC) para cada repetição ($n = 3$) para que houvesse silagem suficiente para realização das análises químicas e ensaio de estabilidade aeróbia. Os mini-silos permaneceram fechados por 99 dias em temperatura ambiente. Após a abertura dos silos, foi realizado um ensaio de estabilidade aeróbia por 220 h em temperatura ambiente ($14,8 \pm 0,54^{\circ}\text{C}$). Todos os dados ($n = 3$) foram analisados sob delineamento inteiramente casualizado em um arranjo fatorial 2×2 usando o procedimento MIXED do SAS ($P \leq 0,05$). As perdas fermentativas não foram afetadas pela inclusão de TO ($P > 0,05$), porém, houve um pequeno aumento na temperatura ($0,65^{\circ}\text{C}$) das silagens contendo TO ($P = 0,009$). O ácido butírico aumentou 35,6% na silagem de capim quando tratada com TO ($P = 0,002$) e o ácido láctico diminuiu 30% na silagem de milho e quase 50% na silagem de capim quando tratadas ($P = 0,015$). O ácido acético diminuiu 14,8% na silagem de milho e aumentou 19,3% na silagem de capim tratadas com TO ($P = 0,007$). O teor de extrato etéreo aumentou em média 53% em ambas as silagens conforme a aplicação de TO ($P = 0,001$). A estabilidade aeróbia das silagens não foi alterada pela inclusão de TO ($P \geq 0,18$). Um destino adequado para a TO pode ser sua inclusão na silagem de milho, pois a utilização de 5% não altera as perdas de MS e estabilidade aeróbia. Por outro lado, a inclusão de TO na ensilagem de capim elevou numericamente (107%) as produções de efluente e resultou em elevada concentração de ácido butírico.

Palavras chave: fermentação, silagem de capim, silagem de milho, subproduto, torta de oliva

4. Introdução

A cadeia olivícola experimentou um grande desenvolvimento nos últimos anos no Brasil, em que o estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor, sendo responsável por 50% da produção nacional em uma área de 3.464 ha (IBGE, 2017; Secretaria da Agricultura do RS, 2019). Uma parte considerável da produção de azeitona é direcionada para a extração de azeite. Porém, o beneficiamento da azeitona resulta na produção da torta de oliva (TO), um subproduto que não pode ser descartado no meio ambiente devido ao seu potencial poluidor. Desta forma, este subproduto representa um problema para a indústria olivícola e, portanto, é necessário encontrar um destino para a TO.

Em casos onde há somente uma extração de azeite, a TO obtida é rica em energia (~10% de extrato etéreo) e, por isso, também se deteriora rapidamente na presença de oxigênio (HADJIPANAYIOTOU, 1999). Cabe ressaltar que este subproduto possui alto teor de ácido oleico, o que pode aumentar o valor nutricional da dieta ofertada aos animais, com consequente alteração dos produtos de origem animal (leite e carne) para consumo humano, conforme mostrado em experimentos anteriores com pequenos e grandes ruminantes (CABIDDU et al., 2004; ABBEDDOU et al., 2011b). Em função das características da TO supracitadas, pesquisas apontaram que este subproduto pode ser bem preservado por meio da ensilagem (HADJIPANAYIOTOU, 1994; ROWGHANI et al., 2008), embora traga desafios logísticos e operacionais dentro da propriedade para sua inclusão na dieta total, devido a sua consistência pastosa. Neste sentido, a TO pode ser utilizada como uma fonte de energia e fibra barata para os ruminantes, o que reduziria os custos relacionados ao gerenciamento e descarte desse subproduto com potencial poluente.

Todavia, uma vez que a TO apresenta alta quantidade de EE, baixa MS e poucos carboidratos solúveis, fermentações indesejáveis podem ocorrer em tal situação. Por outro lado, até o momento não houve qualquer avaliação sobre a inclusão da TO na ensilagem de culturas convencionais (ex.: milho e capim), as

quais poderiam ser utilizadas como dreno para este subproduto. Neste sentido, nós hipotetizamos que a TO pode ser adicionada à silagem de milho e capim sem maiores prejuízos ao processo fermentativo e estabilidade aeróbia destes materiais, com vistas à encontrar um destino para utilização deste subproduto na alimentação animal. Assim, nosso objetivo foi investigar o impacto da TO sobre as perdas fermentativas, composição química e estabilidade aeróbia de silagens de milho e capim.

5. Materiais e métodos

5.1. Culturas, tratamentos e processo de ensilagem

As lavouras de milho e capim utilizadas para a realização do experimento foram implantadas em fazendas comerciais localizadas em Pelotas - RS. De acordo com a classificação de Köppen Geiger, o clima regional é classificado como 'Cfa', sendo subtropical úmido com verões quentes. O híbrido de milho AS1596PR03 (AGROESTE[®], Cascavel, PR, Brasil) foi semeado no dia 30 de dezembro de 2018 com espaçamento entrelinhas de 0,60 m e 3,5 plantas por metro linear, em um solo do tipo franco argiloso. Na adubação de implantação utilizou-se 400 kg por hectare da fórmula 10-20-20 (N-P-K). Posteriormente, 250 kg/ha de uréia foram aplicados após seis semanas de crescimento do milho (08 de fevereiro de 2019) e 100 kg/ha de uréia foram aplicados após 11 semanas de crescimento do milho (12 de março de 2019). Após 99 dias do plantio, o milho foi colhido para ensilagem. O capim utilizado para a produção de silagem foi o capim elefante BRS Kurumi, o qual foi implantado em outra fazenda comercial em outubro de 2018. A adubação utilizada na área foi feita conforme análise de solo realizada anteriormente ao plantio, tendo sido aplicados 200 kg da fórmula 11-52-00 (N-P-K) por hectare e 50 kg/ha de N em cobertura. O espaçamento utilizado para plantio do capim foi de 1 metro entre linhas e 0,5 metro entre mudas. Foi realizado pastejo com animais anteriormente ao diferimento de 90 dias do capim elefante para o corte.

No dia 3 de abril, oito pontos diferentes da lavoura de milho e capim foram colhidos para ensilagem objetivando-se ter representatividade da área total (UDÉN E ROBINSON, 2015). As culturas foram cortadas a uma altura de

restolho de 20 e 15 cm, usando uma foice. As plantas foram transportadas para a Embrapa onde o processo de ensilagem foi realizado. O milho foi colhido quando os grãos apresentavam 1/2 da linha de leite (326 g de matéria seca (MS)/kg de forragem) e o capim elefante foi pré-emurcheado (229 g de MS/kg de forragem) por 4 h antes da ensilagem. O processo de ensilagem foi feito com utilização de uma picadeira estacionária, sendo o tamanho de partícula teórico próximo de 30 mm. No momento da ensilagem, porções (3 kg) individuais (para cada repetição) de milho e capim permaneceram sem tratamento (controle para cada cultura) ou foram constantemente misturadas e homogeneizadas manualmente com 5% de TO (como base na matéria verde). A TO foi obtida de uma propriedade comercial (Estância Guarda Velha, Azeite Batalha, Pinheiro Machado, RS, Brasil) e permaneceu refrigerada (4°C) por 48 horas até o momento de utilização (Figura 1).

A compactação da forragem foi feita manualmente utilizando-se um bastão de madeira para tal processo. Como silos experimentais foram utilizados silos de PVC com capacidade média de 2,5 L. A ensilagem foi realizada em dois minisilos para cada repetição ($n = 3$) para que houvesse silagem suficiente para realização das análises químicas e ensaio de estabilidade aeróbia. Ao fundo dos silos foi colocado 0,35 kg de areia para obtenção da quantidade de efluentes produzidos, a qual foi separada da forragem por uma tela de fina espessura a fim de se evitar a contaminação da silagem com areia. Os minisilos foram pesados e permaneceram armazenados em temperatura ambiente ($18,3 \pm 1,22^{\circ}\text{C}$) por 99 dias. Uma amostra de forragem fresca (~ 300 g) de milho e capim foi coletada de cada silo durante o enchimento e foram armazenadas a -20°C para posterior determinação da composição química (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição química (os dados são fornecidos em g/kg de MS, a menos que indicado de outra forma) da torta de oliva *in natura* (TO) e das forragens de milho e capim antes da ensilagem ($n = 3$; média $\pm$ erro padrão).

Item*	TO	Milho		Capim elefante	
		Controle ¹	5% TO	Controle	5% TO
Volume densidade, kg MS/m ³	–	217 $\pm$ 5,82	212 $\pm$ 3,18	148 $\pm$ 1,94	146 $\pm$ 2,19
Capacidade Tampão ²	–	14,4 $\pm$ 1,60	12,2 $\pm$ 0,58	15,4 $\pm$ 1,26	13,3 $\pm$ 1,06
pH	–	5,81 $\pm$ 0,11	5,90 $\pm$ 0,04	6,42 $\pm$ 0,04	6,28 $\pm$ 0,01
N-NH ₃ , g/kg NT	–	41,2 $\pm$ 2,68	28,8 $\pm$ 1,88	33,7 $\pm$ 0,06	30,7 $\pm$ 3,87
MS, g/kg de forragem	325 $\pm$ 0,265	346 $\pm$ 2,65	338 $\pm$ 2,57	235 $\pm$ 1,11	236 $\pm$ 0,03
Cinzas	38,3 $\pm$ 1,14	33,3 $\pm$ 0,24	34,9 $\pm$ 0,98	102 $\pm$ 1,24	99,9 $\pm$ 1,25
EE	119 $\pm$ 0,265	28,6 $\pm$ 1,60	37,4 $\pm$ 3,12	32,0 $\pm$ 1,79	37,3 $\pm$ 3,12
PB	39,6 $\pm$ 0,80	59,5 $\pm$ 1,47	59,9 $\pm$ 1,01	66,2 $\pm$ 0,27	62,3 $\pm$ 5,70
FDN	484 $\pm$ 0,08	471 $\pm$ 13,1	473 $\pm$ 11,5	667 $\pm$ 1,99	682 $\pm$ 23,7
FDA	–	237 $\pm$ 13,3	250 $\pm$ 4,50	433 $\pm$ 5,19	449 $\pm$ 29,9
Hemicelulose	–	234 $\pm$ 5,15	223 $\pm$ 1,28	235 $\pm$ 4,33	233 $\pm$ 12,8

¹As forragens de milho e capim foram ensiladas sem (controle) ou com 5% de TO (com base na matéria verde).

²Expresso em mequiv./100 g de matéria seca.

*N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; MS = matéria seca; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro;

FDA = fibra em detergente ácido.



Figura 1 - Torta de oliva utilizada para confecção das silagens.

5.2. Avaliação das perdas fermentativas e estabilidade aeróbia

Após a abertura dos silos, os mesmos foram novamente pesados para determinação das perdas de MS (estratificadas em produção de gás e efluente; JOBIM et al., 2007). Amostras de cada silo foram colhidas e armazenadas a -20°C para posterior determinação da composição química da silagem.

Posteriormente, cerca de 3 kg de silagem foram depositados em bandejas plásticas para determinação da estabilidade aeróbia. As bandejas contendo as silagens permaneceram em uma sala fechada por 220 h em temperatura ambiente ($14,8 \pm 0,54^{\circ}\text{C}$). A temperatura das silagens foi registrada a cada meia hora por meio de *dataloggers* inseridos no centro da massa em cada bandeja e a temperatura ambiente foi registrada por *dataloggers* distribuídos próximos às bandejas. O ensaio de estabilidade aeróbia foi conduzido em temperatura ambiente, pois há maior acurácia na estimativa da velocidade de deterioração da silagem em situação de campo (JOBIM et al. 2007). A quebra da estabilidade aeróbia foi definida como o tempo para que a silagem ultrapassasse a temperatura ambiente em 3°C

(ROTH et al., 2018). Adicionalmente, as bandejas foram pesadas ao final do período para determinação das perdas de MS em aerobiose. Amostras de cada repetição foram colhidas ao final do ensaio de estabilidade aeróbia e armazenadas a -20°C para posterior determinação da composição química.

5.3. Preparação das amostras e determinação da composição química

Vinte e cinco gramas de cada amostra de forragem ou silagem foram misturadas com 225 mL de água destilada em um liquidificador BRITANIA (Modelo Diamante 800) por 1 min na configuração mais alta e filtradas através de duas camadas de pano de algodão. O pH do filtrado foi medido imediatamente por meio de um peagâmetro (modelo MA522, Marconi Laboratory Equipment, Piracicaba, SP, Brasil). Após a medição do pH, o filtrado foi armazenado a -20°C para posterior análise de ácido láctico e ácidos graxos voláteis (ácidos acético, propiônico e butírico) 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 de 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 amoniacal foi medido por destilação de acordo com a AOAC (1996; método no. 941.04).

Outra parte das amostras colhidas foi pesada e encaminhada para estufa de ventilação forçada de ar a 55°C durante 72 horas para determinação da primeira MS. Posteriormente, estas foram moídas em moinho de faca tipo “Willey” contendo peneiras com crivos de 1 mm e armazenadas em potes de plástico para posteriores análises químico-bromatológicas. As amostras foram secas em estufa a 105°C por 16 h para determinação da MS (AOAC, 1996; método no. 930.15) e as cinzas foram determinadas após queima na mufla a 500°C por 5 h (AOAC, 1996; método no. 923.03). O teor de MS da silagem foi corrigido para perdas de compostos voláteis (WEISSBACH, 2009). O EE foi determinado de acordo com os procedimentos descritos pela AOAC (1996; método no. 920.39). O nitrogênio total (NT) foi determinado pelo método Kjeldahl, e a proteína bruta (PB) foi calculada como $NT \times 6,25$. A fibra em

detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas em autoclave utilizando-se sacos de polietileno para esta finalidade (SENGER et al., 2008). O teor de FDN da silagem de milho foi determinado utilizando-se amilase termo estável sem adição de sulfito de sódio. A hemicelulose (HEM) foi calculada como FDN – FDA.

5.4. Análise estatística

Todos os dados ($n = 3$) foram analisados como um delineamento inteiramente casualizado sob um arranjo fatorial 2 (duas culturas) $\times$ 2 (com ou sem TO) usando o procedimento MIXED do SAS (v 9.4; SAS Inst. Inc., Cary, NC). O modelo incluiu os efeitos fixos de cultura (1 grau de liberdade (GL)), aplicação de TO (1 GL) e sua interação (1 GL) e erro residual. As diferenças entre as médias foram determinadas usando a opção PDIFF de LSMEANS em $P \leq 0,05$.

6. Resultados

6.1. Fermentação e composição química de silagens de milho e capim tratadas com TO

As perdas fermentativas não foram afetadas pela inclusão de TO ($P \geq 0,17$; Tabela 2). Comparando-se as culturas, a perda de gás ($P = 0,036$) e a perda de MS ($P = 0,047$) foram maiores na silagem de capim em relação à silagem de milho. Por outro lado, a temperatura das silagens de milho e capim aumentou ligeiramente ($P = 0,009$; $+0,7$ e $+0,6^{\circ}\text{C}$ em comparação com seus respectivos controles) após o tratamento com TO.

Houve interação significativa entre os fatores de estudo para o pH, o qual aumentou ($P = 0,001$) na silagem de capim quando houve a aplicação de TO, enquanto para silagem de milho os valores não diferiram (Tabela 2). Em relação às culturas, a concentração de N-NH_3 foi 24,6% maior na silagem de capim ($P = 0,05$). A concentração de ácido láctico foi 45% maior na silagem de milho quando comparado a silagem de capim ($P = 0,004$). Adicionalmente, a aplicação de TO reduziu ($P = 0,015$) a concentração de ácido láctico em 32,4%

na silagem de milho e 44,8% na silagem de capim quando comparadas as silagens controle. Houve interação significativa entre os fatores de estudo para ácido fórmico ($P = 0,001$), tendo este diminuído 22,9% na silagem de milho e aumentado 87,8% na silagem de capim mediante aplicação da TO. A mesma tendência foi notada para ácido acético ($P = 0,007$) e butírico ($P = 0,002$). O ácido propiônico ($P < 0,001$) apresentou diferença significativa entre as culturas sendo 53,7% maior na silagem de milho.

Tabela 2 - Perfil fermentativo e composição química (os dados são fornecidos em g/kg de MS, a menos que indicado de outra forma) de silagens de milho e capim sem (controle) ou tratadas com torta de oliva in natura (5% como base na MV; 5% TO) após 99 dias de ensilagem ($n = 3$).

Item*	Silagem Milho		Silagem Capim		EPM	P-valor ¹		
	Controle	5% TO	Controle	5% TO		C	TO	C × TO
Padrões de fermentação								
Efluente, kg/t/MV	7,45	8,23	1,53	3,17	1,75	0,014	0,51	0,81
Perdas de gás	60,6	62,4	75,4	104	11,2	0,036	0,22	0,28
Perdas de MS	61,7	65,9	75,6	106	11,5	0,047	0,17	0,28
pH	3,77 ^c	3,80 ^c	4,01 ^b	4,43 ^a	0,026	<0,001	<0,001	<0,001
N-NH ₃ , g/kg NT	34,6	32,3	43,1	37,5	3,03	0,05	0,23	0,59
Ácido láctico	96,5	71,0	62,8	34,7	8,66	0,004	0,015	0,88
Ácido fórmico	9,10 ^a	7,40 ^b	4,95 ^c	9,30 ^a	0,252	0,003	0,001	<0,001
Ácido acético	36,8 ^b	31,2 ^c	38,7 ^b	46,2 ^a	1,48	0,002	0,61	0,007
Ácido propiônico	7,53	7,80	4,90	5,43	0,171	<0,001	0,06	0,49
Ácido butírico	11,6 ^a	5,00 ^b	3,13 ^b	8,80 ^a	1,30	0,10	0,72	0,002
Temperatura, °C	13,5	14,2	13,8	14,4	0,196	0,27	0,009	0,74
Composição química								
MS _{oven} , g/kg de MV	331	319	223	220	3,93	<0,001	0,09	0,34
MS _{corr} , g/kg de MV	354	337	238	238	5,50	<0,001	0,15	0,15
Cinzas	37,2	36,6	105	104	1,48	<0,001	0,58	0,88
EE	26,0 ^b	39,8 ^a	26,1 ^b	30,5 ^{ab}	1,60	0,021	<0,001	0,019
PB	54,1	50,8	59,2	59,3	0,949	<0,01	0,14	0,13
FDN	357 ^c	415 ^b	585 ^a	591 ^a	9,15	<0,001	0,014	0,032
FDA	195	223	397	409	9,72	<0,001	0,07	0,40
Hemicelulose	162	170	188	182	10,1	0,11	0,92	0,52

^{a-c}As médias na mesma linha com sobrescritos diferentes diferiram significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

¹C = cultura, TO = torta de oliva, C × TO = interação entre cultura e torta de oliva.

*MV = matéria verde; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal; MS_{oven} = matéria seca determinada em estufa de ventilação forçada de ar; DM_{corr} = matéria seca corrigida para produtos finais da fermentação de acordo com Weissbach (2009); NT = nitrogênio total; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

O teor de EE aumentou ($P = 0,001$) devido à inclusão de TO, principalmente para silagem de milho, onde este atingiu um acréscimo de 53% quando comparado ao controle (Tabela 2). O teor de PB foi 9,42% maior ($P < 0,001$) na silagem de capim quando comparamos com silagem de milho. O teor de FDN aumentou 16,2% na silagem de milho mediante inclusão da TO ($P = 0,032$), mas o mesmo não foi notado na silagem de capim. O teor de FDA tendeu ($P = 0,07$) a aumentar nas silagens mediante inclusão da TO, porém, o teor de hemicelulose não foi afetado ($P > 0,05$). Por outro lado, os valores de FDA foram 103% maiores na silagem de capim ($P < 0,001$) quando comparamos as culturas.

6.2. Estabilidade aeróbia e composição química das silagens de milho e capim tratadas com TO após 220 h de exposição aeróbia

A estabilidade aeróbia e as características de temperatura das silagens de milho e capim durante o período em aerobiose não foram alteradas pela TO ($P \geq 0,18$; Tabela 3). Do mesmo modo, as perdas de MS neste período não foram alteradas pela inclusão de TO ($P = 0,67$). O teor de MS da silagem de milho diminuiu 13,4% quando foi tratada com TO ($P = 0,022$), porém não houve diferença para a silagem de capim.

Tabela 3 - Estabilidade aeróbia e composição química (os dados são fornecidos em g/kg de MS, a menos que indicado de outra forma) de silagens de milho e capim sem (controle) ou tratada com torta de oliva *in natura* (5% como base na matéria verde; 5% TO) após 220 h de exposição aeróbia ($n = 3$).

Item*	Silagem Milho		Silagem Capim		EPM	P-valor ³		
	Controle	5% TO	Controle	5% TO		C	TO	C × TO
Período de exposição aeróbia								
Estabilidade aeróbia, h	102	93,5	161	>220	23,4	0,004	0,32	0,19
ADITE 5, °C	5,79	8,48	1,78	−0,497	2,24	0,029	0,93	0,33
T após 24 h, °C ¹	13,6	14,5	13,9	13,8	0,263	0,43	0,18	0,07
T máxima, °C	26,8	30,1	19,0	16,3	1,78	>0,001	0,86	0,13
Tempo MT, h ²	114	116	121	184	27,8	0,21	0,28	0,31
Taxa/aquecimento, °C/h	0,119	0,139	0,055	0,012	0,021	0,002	0,61	0,17
Perdas de MS	105	150	154	136	30,6	0,58	0,67	0,33
Composição química								
MS, g/kg de silagem	382 ^a	337 ^d	248 ^c	236 ^c	5,67	<0,001	0,001	0,022
Cinzas	42,5	41,4	112	114	2,33	<0,001	0,83	0,53
EE	18,6 ^d	28,5 ^a	23,8 ^c	27,2 ^b	0,586	0,022	<0,001	0,002
PB	64,3	65,5	62,4	60,5	2,56	0,22	0,88	0,56
FDN	556 ^c	608 ^d	779 ^a	785 ^a	8,33	<0,001	0,011	0,027
FDA	339	350	548	553	12,0	<0,001	0,52	0,79
Hemicelulose	229	258	231	232	12,1	0,38	0,27	0,29

^{a-c}As médias na mesma linha com sobrescritos diferentes diferiram significativamente ($P \leq 0,05$).

¹T = temperatura após 24 horas de exposição aeróbia.

²Tempo para atingir a máxima temperatura.

³C = cultura, TO = torta de oliva, C × TO = interação entre cultura e torta de oliva.

*ADITE 5 = soma da diferença de temperaturas entre as silagens e o ambiente após 5 dias de exposição aeróbia; MS = matéria seca; EE = extrato etéreo; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

O teor de EE após o período de estabilidade aeróbia foi 27,9% maior na cultura do capim quando comparado a do milho ($P = 0,022$). Analisando a inclusão de TO após o período, também foi notada diferença significativa para EE ($P < 0,001$), havendo um acréscimo de 53,2% para a silagem de milho e de

14,3% para silagem de capim. As demais variáveis avaliadas (cinzas, PB, FDA e hemicelulose) não foram afetadas pela inclusão de TO ($P = 0,005$).

7. Discussão

7.1. Inclusão de TO nas silagens de milho e capim

Atualmente, a TO é considerada um problema para a indústria olivícola. Neste sentido, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar se a inclusão de TO na ensilagem de culturas tradicionais (milho e capim) pode ser um destino adequado para utilização deste subproduto, evitando assim seu descarte indevido e poluição ambiental. Para isso, foram produzidas silagens de milho e capim com composição química típica daquelas produzidas no Brasil (OLIVEIRA et al., 2017; RABELO et al., 2016).

As perdas fermentativas da silagem de milho e capim não foram afetadas pela inclusão de TO, sugerindo que a inclusão de 5% de TO foi baixa para detectar qualquer efeito estatístico, uma vez que houve alterações no perfil fermentativo das silagens. De qualquer maneira, é preciso analisar estes resultados com cuidado, pois as perdas por efluentes (dobro do observado no controle) e gases aumentaram numericamente na silagem de capim em função da inclusão de TO. Em condições de fazenda e em silos de larga escala, a inclusão de TO em silagem de capim com elevada umidade possivelmente deve significar maiores perdas de MS e sua utilização só deve ser possível quando o teor de MS do capim for superior a 30%. Desta maneira, outros manejos (emurhecimento e inclusão de aditivos sequestradores de umidade) devem ser mais adequados para ensilagem desta cultura (OLIVEIRA et al., 2010), além de serem mais conhecidos pelos produtores. Por outro lado, a temperatura das silagens de milho e capim aumentou ligeiramente após o tratamento com TO. Porém, este resultado possui menor importância biológica uma vez que a diferença para o controle foi pequena.

A inclusão de TO nas duas culturas reduziu a concentração de ácido láctico em mais de 30% para o milho e em quase 50% na silagem de capim. Este resultado não é desejável, pois normalmente este é o ácido orgânico encontrado em maior quantidade nas silagens e o principal responsável pelo abaixamento do pH dentro do silo (MCDONALD et al., 1991). Desta maneira,

os valores mais elevados de pH nas silagens tratadas com TO se justificam. Cabe destacar que os subprodutos das oliveiras são ricos em componentes fenólicos (0,3-5% MS) com elevada capacidade antimicrobiana e antioxidante (LEOUIFOUDI et al., 2015), o que talvez pudesse explicar uma redução na população de bactérias homofermentativas com consequente redução da concentração de ácido láctico.

Adicionalmente, sabe-se que a redução do pH é fundamental para inibir o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis (ex.: enterobactérias e *Clostridium*) (MACHADO et al., 2012; MUCK, 1988). Na silagem de capim, o elevado pH (4,43) possivelmente permitiu maior atuação de bactérias do gênero *Clostridium* (atuam até pH 4,2), as quais são responsáveis por degradar carboidratos solúveis e também ácido láctico à ácido butírico (PAHLOW et al., 2003). Isto explica a maior concentração de ácido butírico encontrado na silagem de capim. Também na silagem de capim foi observada maior concentração de ácido acético e fórmico, o que deve estar relacionado com o desenvolvimento indesejável de enterobactérias, uma vez que estes são produtos comuns do metabolismo desta bactéria (PAHLOW et al., 2003).

No presente estudo, o teor de EE aumentou em ambas as culturas devido à inclusão de TO. Foi notada diferença também no teor de FDN da silagem de milho, o qual aumentou conforme inclusão da TO. Estes resultados podem ser explicados pelo alto teor de EE (119 g/kg MS) e FDN (484 g/kg MS) observados na TO utilizada no estudo. Estes resultados estão de acordo com a literatura, pois a TO é um subproduto agroindustrial que consiste em polpa de azeitona, casca, caroço e água (ALBURQUERQUE et al., 2004), resultante do processamento para produção de azeite.

A estabilidade aeróbia das silagens de milho e capim não foi alterada pela TO. Embora as concentrações de ácido acético e láctico tenham sido alteradas pela inclusão de TO, essa diferença não foi o suficiente para causar impacto sobre a estabilidade aeróbia. Este resultado é interessante, pois sugere que a TO poderia ser incluída nestas silagens sem maior preocupação com a estabilidade no pós-abertura dos silos.

A composição química das silagens de milho e capim após o ensaio de estabilidade aeróbia foi afetada pela inclusão de TO. O teor de MS da silagem

de milho diminuiu 13,4% quando a TO foi adicionada, o que está de acordo com a maior umidade (67,5%) do subproduto utilizado. Isto é corroborado por RANALLI et al. (1995), os quais detectaram resposta semelhante. Além disso, o teor de EE permaneceu maior nas silagens tratadas com TO, o que está de acordo com a alta quantidade de EE deste subproduto.

Ademais, notou-se aumento na concentração de FDN das silagens após 220 h de exposição aeróbia em comparação com o momento da abertura do silo. Isto era esperado, pois a deterioração da silagem quando exposta ao oxigênio é inevitável e resulta em perdas de MS (WOOLFORD, 1990), o que geralmente ocorre pela interação de atividades fúngicas e bacterianas (TAYLOR et al., 2002). Normalmente, há maior deterioração de carboidratos não fibrosos (MCDONALD et al., 1991), o que, por efeito de concentração, acaba resultando em acréscimos no teor de FDN.

7.2. Comparação das silagens de milho e capim

As menores perdas de gás e MS encontradas na silagem de milho já eram esperadas e estão associadas às melhores características dessa cultura para ensilagem em relação ao capim (maior teor de MS, maior quantidade de carboidratos solúveis e menor poder tampão; MCDONALD et al., 1991). As menores perdas de MS também se justificam pela maior concentração de ácido láctico e menor concentração de ácido acético (rota metabólica envolve maior perda por gás na forma de CO₂; PAHLOW et al., 2003) nesta silagem.

Do ponto de vista nutricional, é preciso ressaltar que o milho é uma planta mais desejável por apresentar uma boa quantidade de amido (silagens podem apresentar > 30%), baixo teor de FDN (algumas silagens apresentam < 45%) se comparado com o capim e maior digestibilidade da fibra (CARTER et al., 1991; OLIVEIRA et al., 2017). Isso justifica a maior utilização de silagem de milho na alimentação do rebanho bovino nacional em sistemas de produção mais intensivos que não sejam a pasto (BERNARDES & RÊGO, 2014; OLIVEIRA & MILLEN, 2014).

Plantas ensiladas com elevado teor de umidade produzem uma grande quantidade de efluentes, que carregam nutrientes altamente digestíveis, como açúcares e ácidos orgânicos, refletindo em menor valor nutritivo da silagem

(MCDONALD, 1981). Uma alternativa de minimizar estas perdas por efluentes é o emurchecimento do material antes da ensilagem. Desta maneira, o capim elefante foi emurchecido por 4 h antes da ensilagem, resultando em menor perda por efluente quando comparado à silagem de milho. Embora este resultado não fosse esperado, pois a produção de efluentes está inversamente associada à concentração de MS, o processo de emurchecimento pode reduzir consideravelmente as perdas de efluentes após ensilagem (MUCK, 1988).

Segundo CASTRO et al. (2006), as silagens que apresentam maior susceptibilidade à deterioração aeróbia são àquelas ricas em carboidratos solúveis e amido, como as de milho. Carboidratos solúveis e amido são usados como substrato para crescimento de leveduras (BERNARDES et al., 2008), que por sua vez causam a deterioração da silagem. Isto explica o porquê a silagem de milho apresentou menor estabilidade aeróbia comparada com a silagem de capim. Além disso, a silagem de milho também apresentou maior concentração de ácido láctico, o qual também é utilizado como substrato pelas leveduras para seu crescimento (MCDONALD et al., 1991). É importante salientar que a deterioração aeróbia das silagens é indesejável por estar associada à grande perda de nutrientes, resultando em baixo consumo e até mesmo em rejeição completa desse alimento pelos animais (MCDONALD et al., 1991).

8. Conclusão

Um destino adequado para a TO pode ser sua inclusão na silagem de milho, pois a utilização de 5% (base na matéria natural) não altera as perdas de MS e estabilidade aeróbia. Por outro lado, a inclusão de TO na ensilagem de capim resultou em aumento numérico na produção de efluente e fermentações secundárias (butírica).

9. 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 physic chemical properties of milk, yoghurt and cheese. Journal Dairy Research, 78, 426–435, 2011a.

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, 91,195–200, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). **Official methods of analysis**, 15th ed. Washington, DC: AOAC, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). **Official methods of analysis**, 16th ed. Washington, DC: AOAC, 1996.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; AMARAL, R.C. **Chemical and microbiological changes and aerobic stability of Marandu grass silages after silo opening.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 38, n. 1, p. 1-8, 2009.

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; AMARAL, R.C.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, A. P.T.P.; ROTH.; M.T.P.; BERCHIELLI, T.T. **Perfil fermentativo, estabilidade aeróbia e valor nutritivo de silagens de capim-marandu ensilado com aditivos.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 37, n. 10, p. 1728-1736, 2008.

BERNARDES, T.F.; DO RÊGO, A.C. **Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms.** Journal of Dairy Science v.83, p.1264-1273, 2014.

CABIDDU, A.; CANU, M., DECANDIA, M.; POMPEI, R.; MOLLE, G. **The intake and performance of dairy ewes fed with different levels of olive cake silage in late pregnancy and suckling periods.** In: Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates. Centre International de

Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes - Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (CIHEAM-IAMZ), Zaragoza, Spain, pp. 197–202, 2004.

CARTER, P.R.; COORS, J.G.; UNDERSANDER, D.J.; ALBRECHT, K.A.; SHAVER, R.D. **Corn hybrids for silage: an update.** In Proc. of Annual Corn & Sorghum Research Conference, 46th. Chicago, IL. American Seed Trade Association, Washington D.C. p. 141–164, 1991.

CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L. G.; HADDAD, C.M.; CAMPOS, F.P.; COELHO, R.M.; MARI, L.J.; TOLEDO, P. A. **Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (Cynodon sp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 35, n. 2, p. 358-371, 2006.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) (26 de março de 2017). Azeitona: Rio Grande do Sul. Censo Agropecuário, resultados preliminares. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=43&tema=76234 , 2017.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada.** Revista Brasileira de Zootecnia, 36, 101–119. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013>, 2007.

LEOUIFOUDI, I. H. **Olive Mill Waste Extracts: Polyphenols Content, Antioxidant, and Antimicrobial Activities.** Advances in Pharmacological Sciences 2015, 1-11, 2015.

MACHADO, F.S.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; RIBAS, M.N.; TEIXEIRA, A.M.; RIBEIRO JÚNIOR, G.O.; VELASCO, F.O.; GONSALVES, F.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R. **Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.711-720, 2012.

MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. John Wiley & Sons. Chichester. 218 p., 1981.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 340p., 1991.

MUCK, R. E. **Factors influencing silage quality and their implications for management**. Journal of Dairy Science, 71, 2992–3002. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79897-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79897-5), 1988.

OLIVEIRA, J. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. C. **Subprodutos industriais na ensilagem de capim elefante para cabras leiteiras: consumo, digestibilidade de nutrientes e produção de leite**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 2, p. 411-418, 2010.

OLIVEIRA, C.A.; MILLEN, D.D. **Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil**. Animal Feed Science and Technology, v. 197, p. 64-75, 2014.

OLIVEIRA, I.L.; LIMA, L.M.; CASAGRANDE, D.R.; LARA, M.A.S.; THIAGO FERNANDES BERNARDES, T.F. **Nutritive value of corn silage from intensive dairy farms in Brazil**. Revista Brasileira de Zootecnia, 46 (6): 494-501, 2017.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. **Microbiology of ensiling**. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H.(Eds.). Silage Science and Technology. Madison, USA: American Society of Agronomy, p. 31-94, 2003.

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.** Advances in Silage Production and Utilization. doi:10.5772/64472, 2016.

RANALLI, A.; MARTINELLI, N. **Integral centrifuges for olive oil extraction, at the third millennium threshold.** Transformation yields. Grasas y Aceites 46, 255-263, 1995.

ROTH, A.P.T.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, 73, 671–684. <https://doi.org/10.1111/gfs.12377>, 2018.

ROWGHANI, E.; ZAMIRI, M.J.; SERADJ, A.R. **The chemical composition, rumen degradability, in vitro gas production, energy content and digestibility of olive cake ensiled with additives.** Iranian Journal Of Veterinary Research, 2008, vol. 9, num. 3, p. 213-221. <http://hdl.handle.net/10459.1/67599>, 2008.

SECRETARIA DA AGRICULTURA DO RS. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/area-plantada-de-olivais-no-rs-chega-a-3-464-hectares-em-2017-e-supera-meta-tracada-para-2018>, 2019.

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, 146, 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008>, 2008.

TAYLOR, C.C.; RANJIT, N.J.; MILLS, J.A.; NEYLON, J.M.; KUNG, L. **The effect of treating whole-plant barley with Lactobacillus buchneri 40788 on**

silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. Journal Dairy of Science, Savoy, v. 85, p. 1793-1800, 2002.

UDÉN, P.; ROBINSON, P.H. **Design and statistical issues in silage experiments.** In: Proceedings of the XVII International Silage Conference. Piracicaba, SP: ESALQ. p.166-179, 2015.

WEIßBACH, F.; STRUBELT, C. **Correcting the dry matter content of maize silages as a substrate for biogas production.** Landtechnik, 63, 82–83, 2009.

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