

AVALIAÇÃO NUTRITIVA DA SILAGEM DE CÁRTAMO, PRODUÇÃO DE BIOMASSA, GRÃOS E ÓLEO¹

R. A. POSSENTI^{2*}, A. M. ARANTES², P. BRÁS², J. B. ANDRADE², E. FERRARI JÚNIOR²

¹Recebido para publicação em 05/04/2016. Aceito para publicação em 03/08/2016.

²Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, Brasil.

*Autor correspondente: possenti@iz.sp.gov.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar o valor nutritivo da biomassa de cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) submetida à ensilagem em três tratamentos. Foi realizado um ensaio de digestibilidade aparente dos nutrientes com ovinos e determinada a composição química e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (MS) na biomassa e nas silagens obtidas. Também foram quantificadas as produções de MS, grãos e óleo por hectare da cultura do cártamo, sendo a produção de MS de 12,4±4,9 t/ha; grãos de 2,9±1,5 t/ha e a de óleo bruto de 0,7 ±0,2 t/ha. Os tratamentos aplicados à biomassa para ensilagem foram: CiN = cártamo ensilado *in natura*; CE= cártamo emurchecido (duas horas de exposição ao sol); CPC= cártamo + 5% polpa cítrica. A composição química das silagens nos tratamentos CiN, CE e CPC foi 10,80; 11,15 e 10,07% de proteína bruta (PB), 55,22; 55,40 e 52,20% de fibra em detergente neutro (FDN) e 55,60; 53,45 e 57,87% de digestibilidade *in vitro* da MS, respectivamente. O ensaio foi feito em delineamento em blocos completos casualizados, utilizando-se o peso dos animais como blocos. A digestibilidade aparente da MS das silagens foi 55,96; 55,54 e 57,94%, e de nutrientes digestíveis totais (NDT) de 57,62; 57,49; 57,87%, respectivamente para os tratamentos CiN, CE e CPC. Os resultados indicam que o cártamo conservado como silagem pode ser utilizado na dieta de ruminantes como alternativa a volumosos de qualidade, entretanto os tratamentos utilizados para a ensilagem da biomassa não apresentaram diferenças que justifiquem sua aplicação no que diz respeito às avaliações físico-químicas, consumo e digestibilidade dos nutrientes das silagens.

Palavras-chaves: *Carthamus tinctorium* L., conservação de forragem, digestibilidade aparente, ovinos.

NUTRITIONAL EVALUATION OF SAFFLOWER SILAGE AND BIOMASS, SEED AND OIL PRODUCTION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the nutritional value of safflower biomass (*Carthamus tinctorium* L.) ensiled in three treatments. An apparent nutrient digestibility assay was conducted using sheep and the chemical composition and *in vitro* digestibility of dry matter (DM) were determined in the biomass and silages obtained. The production of DM, seeds and crude oil per hectare safflower crop was also quantified and was 12.4±4.9, 2.9±1.5 and 0.7 ±0.2 t/ha, respectively. The following ensiling treatments were applied: FS = freshly ensiled safflower; WS = wilted safflower (sun exposure for 2 hours); SCP = safflower + 5% citrus pulp. The chemical composition of the FS, WS and SCP silages, respectively, was 10.8, 11.15 and 10.07% crude protein, 55.22, 55.4 and 52.2% neutral detergent fiber, and 55.6, 53.45 and 57.87% *in vitro* DM digestibility. A randomized complete block design with animal weight as blocks was used. The apparent DM digestibility of the silages was 55.96, 55.54 and 57.94% and total digestible nutrients were 57.62, 57.49 and 57.87% for FS, WS and SCP, respectively. The results indicate the use of safflower conserved as silage in ruminant diets as an alternative to roughage. However, the biomass ensiling treatments showed no differences in terms of physicochemical parameters, intake or nutrient digestibility of the silages that would justify their application.

Keywords: *Carthamus tinctorium* L., forage conservation, apparent digestibility, sheep.

INTRODUÇÃO

A sazonalidade na produção de forragem é um problema sério para a produção pecuária do Brasil, devido à alternância dos períodos de escassez e de alta produção de forragem. Uma pecuária eficiente e economicamente viável, com grandes investimentos em genética e equipamentos, não pode ficar na dependência do crescimento natural dos pastos. Portanto, é de grande importância a reserva de alimentos, que vise suplementar os animais no período de escassez de forragem, minimizando os efeitos negativos no desempenho.

A utilização de alimentos conservados na forma de silagem e ou feno é apontada como solução bastante eficiente para o problema da sazonalidade da produção das pastagens, pois pode proporcionar volumoso de boa qualidade, como demonstrado amplamente na literatura, para bovinos, ovinos e caprinos (FERRARI JR. *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2010). Assim, as silagens são consideradas, por diferentes autores, como uma alternativa viável para períodos de baixa produção de forrageiras.

A demanda mundial por combustíveis e produtos químicos obtidos por fontes renováveis se expandiu de forma muito rápida nos últimos anos. O Brasil tem grande potencial para produção de biocombustíveis e de outros derivados de óleos vegetais para atender tanto o mercado nacional quanto o mundial (LAVIOLA *et al.*, 2013). Segundo FERRARI (2008) o plantio de oleaginosas visando o mercado de óleo constitui uma possibilidade para a diversificação agrícola. Cerca de 80% do óleo disponível no mercado é proveniente da soja, entretanto muitas outras oleaginosas contêm qualidade e quantidade de biomassa superiores com relação à soja.

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), família Asteraceae, é uma planta oleaginosa, anual, adaptada às condições de semiárido (OELKE *et al.* 1992), e pode conter até 40% de óleo (LANDAU *et al.*, 2004). Atualmente é cultivado como oleaginosa, em diferentes continentes, mas no Brasil ainda não são encontradas informações suficientes para a produção de óleo ou alimento animal, (FERRARI, 2008; POSSENTI *et al.*, 2010; PEIRETTI, 2015).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estimar o valor nutritivo do cártamo como alimento para ruminantes, na forma de silagem, em ensaio de digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório total com ovinos. Foram avaliados três processos de ensilagem da

biomassa de cártamo, e foram quantificados a produção de matéria seca, grãos, torta (coproduto resultante do esmagamento dos grãos) e óleo bruto por hectare deste alimento cultivado a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) foi cultivado em um hectare de área no Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, situado a 22° 42' Sul e 47° 18' Oeste, a 550 m do nível do mar, solo Latossolo Vermelho-Amarelo var. Laras. O solo recebeu previamente calcário dolomítico (julho de 2008, 2 t/ha), foi descompactado, em plantou-se milho para produção de silagem, e após a colheita, foi cultivado o cártamo no mesmo local.

O plantio do cártamo para produção de silagem e grãos foi efetuado em sistema de plantio direto (08/04/2009), aplicando-se 40 kg/ha de sementes tratadas com fungicida do grupo das ftalimidas (50 g do produto/10 kg de sementes), distribuídas em linhas, com espaçamento de 40 cm. A germinação iniciou-se em 06/06/2009, 60 dias após o plantio, e esta data foi considerada para determinar o tempo de crescimento.

A quantificação da biomassa do cártamo para produção de silagem foi efetuada quando os grãos ainda estavam macios, porém resistentes a pressão dos dedos, em 16/09/2009. A colheita foi feita em 20 pontos aleatórios de amostragem, e as plantas foram cortadas em intervalos de um metro na linha de plantio, nos 20 pontos de amostragem.

A biomassa (kg de matéria seca/ha) foi estimada pela média dos 20 pontos amostrados (total de plantas cortadas no metro linear), aos 103 dias de crescimento vegetativo. Após pesagem, foram retiradas de cada um dos 20 pontos de amostragem, duas plantas inteiras, nas quais foram determinadas as porcentagens de capítulos na MS. O restante foi triturado em picadeira estacionária e retiradas três amostras de 500 gramas, que foram colocadas em estufa com temperatura à 55°C, por 72 horas, pesadas, moídas, para determinação da matéria seca (MS) a 105°C (SILVA e QUEIROZ, 2009).

A estimativa da produção de sementes e óleo foi feita pelo corte de uma de área de 500 m² de cultura do cártamo aos 156 dias de crescimento vegetativo (09/11/2009) quando as plantas e grãos apresentavam-se secos. As sementes de cártamo foram prensadas a frio em mini-prensa tipo *expeller*, de aço inox. O óleo bruto foi filtrado em peneira de 1,0 mm e em papel de filtro, e quantificadas as produções de óleo e torta.

A confecção de silagem foi efetuada após a colheita de 2.500 m² da cultura, aos 104 dias de crescimento vegetativo, utilizando-se colhedeira de forragem para colheita em área total, regulada para corte da forragem em porções de 5 mm. A biomassa foi acondicionada em 15 silos pilotos, tipo barricas plásticas, com 98 cm de profundidade e 50 cm de diâmetro.

A biomassa de cártamo foi submetida a três tratamentos, em ensaio inteiramente casualizado, com 5 repetições por tratamento: CiN - biomassa de cártamo *in natura*; CE - biomassa emurchecida por exposição ao sol durante 2 horas; CPC - biomassa de cártamo + 5% de polpa cítrica. A forragem, assim processada, foi acondicionada em barricas plásticas (silos), cerca de 95,07 kg de massa verde em cada silo, e compactada por meio de pisoteio. Os silos foram fechados hermeticamente e mantidos por 120 dias.

Para determinação do pH, N-amoniaco e ácidos orgânicos, foram retiradas amostras das silagens, e prensadas para extração do suco. O pH foi determinado imediatamente após a prensagem. As amostras para determinação do N-amoniaco seguiram o método preconizado por FENNER (1965). Para os ácidos orgânicos (acético, propiônico, butírico e láctico), o suco das silagens foi processado conforme metodologia de ERWIN *et al.* (1961). A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e a composição químico-bromatológica das biomassas e silagens foram realizadas conforme metodologias descritas em SILVA e QUEIROZ (2009).

O ensaio de digestibilidade foi conduzido utilizando-se 15 ovinos machos lanados mestiços e adultos com peso corporal médio de 28,65 ± 4,1 kg ao início do experimento. O ensaio foi feito em delineamento em blocos completos casualizados, sendo considerado o peso dos animais para a definição dos blocos, e os três tratamentos as três silagens resultantes dos processos aplicados para a ensilagem da biomassa (CiN, CE e CPC).

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas metálicas para ensaios de metabolismo. As silagens foram fornecidas duas vezes ao dia (7:30 e 16:30 h). O consumo de MS foi obtido pela diferença de peso do fornecido e recusado por animal.

O ensaio teve duração total de 25 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais às dietas. Do 15º ao 17º dia foi avaliado o consumo de MS e esses dados foram utilizados para estabelecer a restrição alimentar em 90% do consumo *ad libitum*, realizado do 18º ao 25º dia. Do 21º ao 25º dia foi feita a coleta total de fezes para

avaliação da digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório total.

Amostras da dieta (silagens), sobras e fezes foram coletadas diariamente durante os últimos 5 dias (21º ao 25º dia), secas em estufa de ar forçado a 50 a 55°C por 72 horas e pesadas, para a determinação da primeira MS. Posteriormente, as amostras foram moídas para determinação dos teores de MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), seguindo metodologias descritas por SILVA E QUEIROZ (2009). Além das determinações acima descritas nas silagens e biomassa antes de ensilar, foram feitas determinações do nitrogênio insolúvel em FDA e FDN (N-NH₃/N total), segundo metodologias descritas em SILVA e QUEIROZ (2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o *software* estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tuckey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de MS obtida para o cártamo colhido aos 103 dias de crescimento foi de 12,4 ± 4,9 t/ha e de matéria verde foi 40,6 ± 1,4 t/ha. Os grãos de cártamo foram colhidos aos 156 dias de crescimento vegetativo e sua produção média foi de 2,9 ± 1,5t/há. OELKE *et al.* (1992) relataram produções de 2 a 3 t/ha com variações de até 500 kg. A produção de óleo bruto foi de 0,7 ± 0,2 t/ha e a de torta de 2,0 ± 0,3 t/ha.

Destaca-se que a cultura do cártamo teve um desempenho razoável, pois apresentou resultados de produção mesmo quando submetida à deficiência hídrica no início do período de germinação e também foi capaz de resistir aos excessos pluviométricos do ano de 2009, que foram atípicos para o período de julho a setembro. Estas observações estão de acordo com os dados de LANDAU *et al.* (2004) e PEIRETTI (2009) que descrevem o cártamo como planta rústica e resistente às adversidades climáticas. LANDAU *et al.* (2004) relataram produção de biomassa de 10 t/ha de MS de cártamo irrigado e colhido aos 90 dias de crescimento.

No presente estudo, as estimativas de produção de MS e grãos apresentaram alto desvio padrão, provavelmente devido a demora na emergência das sementes que tiveram início somente 60 dias após o plantio, e de forma descontínua. As amostras colhidas nas linhas apresentavam plantas em diferentes estágios de crescimento. A produção

de óleo ficou ao redor de 24% do total de grãos, enquanto OELKE *et al.* (1992) relataram produções médias de 38,6% em 22 experimentos conduzidos nos Estados Unidos, em diferentes localidades, entre 1987 e 1990.

Os teores de MS das silagens (Tabela 1) estão abaixo dos valores sugeridos pela literatura, de 30 a 35% para que se obtenha boa conservação da forragem (FERRARI JR. *et al.*, 2005). Houve diferenças entre tratamentos (P<0,05), e a adição de polpa cítrica favoreceu o aumento do teor de MS na silagem em 4 pontos percentuais. O período de 2 horas adotado no presente estudo, para o emurchecimento da forragem, não foi suficiente para aumentar o teor de MS acima de 30%. LANDAU *et al.* (2004) expuseram a biomassa de cártamo para ensilagem durante dois dias e relataram aumento de 11 pontos percentuais de MS no material a ser ensilado (19,0% de MS inicial e 29,8% de MS final). Destaca-se que apesar dos teores de MS estarem abaixo dos indicados

pela literatura (OLIVEIRA *et al.*, 2009), não causaram prejuízos ao processo fermentativo da silagem.

Os teores de proteína bruta (Tabela 1) nas silagens foram afetados pelos tratamentos (P<0,05), sendo o menor valor obtido para a silagem com a adição de 5% de polpa cítrica. O emurchecimento favoreceu o aumento do teor de PB na silagem.

O processo de emurchecimento, apesar de não modificar o teor de MS da silagem (P>0,05), favoreceu a obtenção de MS um pouco mais elevada (P<0,05) na biomassa antes de ensilar, provavelmente isso explicaria o maior conteúdo protéico da silagem (P<0,05) nesse tratamento (11,15% de PB), menores concentrações (P<0,05) de N-FDA (6,7%); aumentos (P<0,05) nos teores de FDA e FDN e diminuição (P<0,05) da digestibilidade *in vitro* da MS. LANDAU *et al.* (2004) obtiveram valores maiores de proteína bruta (15%), menores teores de FDN (46,10%) e FDA (33,8%) para a ensilagem do cártamo colhido aos 90 dias de crescimento vegetativo, sendo que o

Tabela 1. Composição físico-química e digestibilidade *in vitro* da biomassa de cártamo e das silagens nos tratamentos

	Cártamo <i>in natura</i>	Cártamo emurchecido	Cártamo + 5% polpa cítrica	CV (%)
	% da matéria seca			
Biomassa antes da ensilagem				
Matéria seca total	27,48 b	28,82 a	29,72 a	1,86
Proteína bruta	10,27 a	10,02 ab	9,27 b	3,63
Extrato etéreo	2,78 a	2,72 a	2,40 b	4,56
¹ FDA	41,02 b	43,59 a	40,33 b	2,43
² N-FDA/N-total	8,53 a	8,84 a	6,47 a	15,34
³ FDN	48,06 b	51,70 a	48,15 b	2,37
⁴ N-FDN/N-total	9,09 b	12,94 ab	15,17 a	13,29
Lignina	7,80 a	7,94 a	7,17 a	5,46
⁵ DIVMS	63,75 a	61,16 a	64,06 a	1,84
Silagem				
Matéria seca total	24,98 b	24,97 b	28,49 a	1,56
Proteína bruta	10,80 b	11,15 a	10,07 c	1,04
Extrato etéreo	3,01 a	3,12 a	3,25 a	4,38
FDA	46,37 a	47,09 a	45,12 a	2,49
N-FDA/N-total	9,73 a	6,70 c	8,67 b	1,80
FDN	55,22 a	55,40 a	52,20 b	1,64
N-FDN/N-total	13,81 a	14,74 a	14,78 a	3,49
Lignina	9,30 a	8,35 b	7,55 c	1,22
DIVMS	55,60 ab	53,45 b	57,86 a	2,95

¹Fibra em detergente ácido. ²Nitrogênio insolúvel em FDA. ³Fibra em detergente neutro. ⁴Nitrogênio insolúvel em FDN.

⁵Digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

material colhido para ensilagem no presente estudo contava com 104 dias de crescimento vegetativo. PEIRRETI (2009) observou decréscimo na concentração proteica da biomassa do cártamo de 27,2 a 15,7%, nos 05 estágios de crescimento estudados, que variaram de 37 a 63 dias após o plantio, enquanto FDN e FDA aumentaram de 31,3 a 49,1% e 17,2 a 24,7%, respectivamente.

O processo fermentativo do cártamo, apesar das diferenças entre tratamentos ($P < 0,05$), manteve a qualidade da biomassa; e somente pequenos aumentos foram observados nas frações FDN e N-FDN/NT. Apesar do aumento de FDN, essas porcentagens indicam boa quantidade de conteúdo celular.

Os teores de N-FDN/NT foram semelhantes ($P > 0,05$) nas silagens para os tratamentos avaliados (Tabela 1). As concentrações de N-FDA/NT foram maiores ($P < 0,05$) para a silagem *in natura*, mas os valores obtidos podem ser considerados baixos, mesmo quando comparados aos valores descritos na literatura para silagem de milho (FERRARI JR. *et al.*, 2005).

Aumentos nos teores de N-FDA podem ocorrer quando há excessiva produção de calor, podendo comprometer a integridade e disponibilidade da fração nitrogenada. Entretanto, os valores observados neste estudo não foram marcadamente diferentes dos observados na biomassa antes da ensilagem, demonstrando que o processo fermentativo parece ter sido adequado nos tratamentos testados. Entretanto, boa parte dos compostos nitrogenados dos volumosos encontra-se ligada à parede celular na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro e de nitrogênio insolúvel em detergente ácido. O nitrogênio insolúvel em detergente neutro, mas solúvel em detergente ácido, é digestível, porém de

lenta degradação no rúmen, enquanto o nitrogênio retido na forma de N-FDA é praticamente indigestível e está geralmente associado à lignina e a outros compostos de difícil degradação (VAN SOEST, 1994; OLIVEIRA *et al.*, 2010).

De acordo com REIS e SILVA (2006), o processo fermentativo dentro do silo promove redução nos teores de carboidratos solúveis e de proteína verdadeira, aumentos na concentração de ácido orgânicos e nitrogênio não protéico e, conseqüentemente, redução no valor nutritivo e, segundo WEISS *et al.* (2003), as frações dos carboidratos e proteína das silagens são marcadamente diferentes daquelas da forragem original. Entretanto, no presente estudo, observa-se que o teores de proteína permaneceram próximos ao da biomassa antes da ensilagem, evidenciando que não ocorreram perdas do material protéico durante o processo de fermentação, assim como das outras frações avaliadas, embora esses valores não tenham sido comparados estatisticamente. Os silos foram abertos após 120 dias da ensilagem e apresentaram odor agradável, coloração verde claro, aparentemente mantendo a integridade da biomassa ensilada.

Os valores de pH são apresentados na Tabela 2. Houve diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que os maiores valores foram nas silagens emurchecidas, mas os tratamentos apresentaram o pH igual ou inferior a 4. Entretanto, segundo JOBIM *et al.* (2007) silagens emurchecidas apresentam maiores teores de pH (em geral acima de 4,2). Segundo McDONALD *et al.* (1991), uma silagem é considerada de qualidade satisfatória se apresentar pH inferior a 4,2, teores de ácido butírico menores que 0,2% na MS, e N amoniacal inferior ou igual a 11-12% do N total. O pH ideal para a conservação é dependente da umidade do material e da tempera-

Tabela 2. Valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal, álcool e ácidos orgânicos das silagens de cártamo nos tratamentos

	Silagens			CV (%)
	Cártamo <i>in natura</i>	Cártamo emurchecido	Cártamo + 5% polpa cítrica	
pH	3,93 ab	4,00 a	3,85 b	0,79
¹ N-NH ₃ /NT (%)	9,00 ab	10,00 a	8,40 b	5,36
Álcool (%)	0,27 b	0,31 b	0,40 a	8,44
Ácido acético (%)	0,49 a	0,49 a	0,42 a	8,76
Ácido propiônico (%)	0,024a	0,019 b	0,018 b	5,49
Ácido butírico (%)	0,03 a	0,01 a	0,02 a	25,1
Ácido láctico (%)	2,03 a	2,25 a	2,28 a	8,37

¹Nitrogênio insolúvel em relação ao N total.

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

tura. Em silagens com teor de matéria seca superior a 20%, é aceitável pH equivalente a 4,0 para se obter uma conservação satisfatória.

A menor concentração ($P < 0,05$) na formação de $N-NH_3/N$ -total (8,4%) foi obtida no tratamento do cártamo + 5% de polpa cítrica (Tabela 2). Segundo EVANGELISTA *et al.* (2004) e AMARAL *et al.* (2007) indicam valores ao redor de 8% do N total como adequados para silagens bem fermentadas. Teores acima desse valor seriam indicativos de intensa proteólise, principalmente pela degradação de aminoácidos por clostrídeos proteolíticos. Segundo os autores, a proteólise ocorre durante a fermentação quando não existem condições ácidas suficientes para que microrganismos indesejáveis possam ser inibidos. Entretanto, FERREIRA (2001) e OLIVEIRA *et al.* (2010) apontam que silagem com teores de $N-NH_3/N$ -total de até 10%, podem ser consideradas de ótima qualidade.

Considerando que uma boa silagem deve apresentar valores de ácido láctico entre 6 e 8% (FERREIRA, 2001), as três silagens não atenderam a este requisito, sendo os valores a 2%, sem diferença entre tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 2). Segundo EVANGELISTA e LIMA (2001), todos ácidos orgânicos formados no processo de fermentação das silagens contribuem para a redução do pH, entretanto, o ácido láctico, por apresentar maior constante de dissociação, tem papel fundamental nesse processo, enquanto os aumentos nas concentrações de ácido acético e butírico estão relacionados a menores taxas de decréscimo e valores absolutos de pH maiores. Com relação aos ácidos orgânicos (Tabela 2) a produção do ácido láctico, apesar de estar abaixo dos valores considerados como adequados, foi eficiente para manter o pH menor que 4,0. As concentrações dos ácidos acéticos e butírico foram baixas e não mostraram diferenças nos tratamentos ($P > 0,05$), mas, segundo os autores, baixos valores desses ácidos não comprometem boa conservação da forragem na forma de silagem. Conforme revisão de literatura de REIS e SILVA (2006), o ácido butírico é primeiro composto das silagens associado à redução do consumo, seguido pelo ácido láctico que tem efeito pronunciado sobre a aceitabilidade da silagem em decorrência de seu sabor ácido.

A concentração do etanol nas silagens pode variar de 1,0 a 5,0% e o mesmo pode ser convertido a acetato no rumem (VAN SOEST, 1994). As três silagens avaliadas no presente estudo apresentaram valores abaixo dos descritos. Houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$), e a polpa cítrica aumentou o teor de álcool na silagem. As concentrações de ácido propiônico (Tabela 2) diferiram entre tratamen-

tos ($P < 0,05$), e, de acordo com REIS e SILVA (2006), silagens bem preservadas apresentam valores ácido propiônico menores que 1%.

Os resultados observados na digestibilidade *in vitro* da MS (Tabela 1) foram próximos aos obtidos *in vivo* para a digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório total (DANIT) (Tabela 3). O processo de emurchecimento diminuiu a DIVMS (53,45%) da silagem ($P < 0,05$), mas não da DANIT *in vivo* ($P > 0,05$). Os valores de digestibilidade obtidos, tanto *in vitro* como *in vivo*, podem ser considerados como indicativos de valor nutritivo relativamente bom.

A digestibilidade aparente não foi diferente entre os tratamentos ($P > 0,05$) para os nutrientes avaliados e para NDT. Os valores observados estão dentro dos limites encontrados na literatura para silagem de milho, conforme revisão de RIBAS *et al.* (2007) em que as variações apresentadas para DANIT foram entre 51,24 e 70,0 % para a MS, 59,92% para proteína bruta, 38,6 a 62,4% para FDN, e 43,1 a 64,45% para FDA. OLIVEIRA *et al.* (2009) revisaram os teores de NDT de silagem de milho na literatura brasileira e verificaram valores mínimos de 55,47% e máximos de 63,87%. Considerando-se essas variações, as silagens de cártamo avaliadas podem ser comparadas com silagens de milho de razoável qualidade.

O consumo diário de matéria seca das silagens, em porcentagem do peso vivo e por unidade de peso metabólico, também diferiu entre tratamentos ($P > 0,05$) (Tabela 3). O consumo de MS expresso em gramas por unidade de peso metabólico (g de MS/PV^{0,75}) observado no presente estudo (Tabela 3) foi abaixo dos relatados por MIZUBUTI *et al.* (2002) para silagens de milho (63,24) e girassol (62,25), entretanto foram mais próximos aos da silagem de sorgo (48,06). RODRIGUES *et al.* (2005) relataram que ovinos recebendo silagens de girassol consumiram 2,5% do peso vivo. BUENO *et al.* (2004), comparando respectivamente silagens de milho e de girassol (mais 20% de concentrado contendo milho e farelo de soja) em borregas mestiças, relataram consumo em g de MS/PV^{0,75} de 74 vs 63; consumo como % PV de 3,14 vs 2,76 e coeficientes de digestibilidade (%) da MS de 71,2 vs 64,0; proteína bruta de 72,8 vs 66,7; extrato etéreo semelhante de 90,4; FDN de 49,7 vs 39,8; FDA 49,7 vs 46,2; celulose 57,4 vs 56,6 e NDT 71 vs 65,4. Confrontando-se os resultados obtidos por BUENO *et al.* (2004) com silagem de girassol com os obtidos no presente estudo para a silagem de cártamo, observa-se que o consumo foi menor e os coeficientes de digestibilidade médios (56,14%) da MS para a silagem de cártamo foram 7,8% abaixo

Tabela 3. Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório total, estimativa dos nutrientes digestíveis totais e consumo das silagens de cártamo nos tratamentos

¹ DANTT	Silagens			CV (%)
	Cártamo <i>in natura</i>	Cártamo emurhecido	Cártamo + 5% Polpa Cítrica	
Matéria seca (%)	55,96 a	55,54 a	57,94 a	2,81
Proteína bruta (%)	57,28 a	57,59 a	56,4 a	2,90
Extrato etéreo (%)	69,03 b	72,79 a	72,82 a	2,79
Fibra bruta (%)	55,82 a	54,82 a	56,16 a	3,78
² FDN (%)	45,56 a	45,71 a	44,92 a	7,05
³ FDA (%)	41,20 a	39,40 a	36,81 a	3,44
Celulose	57,11 ab	56,61 b	62,31 a	5,50
⁴ NDT (%)	57,62 a	57,49 a	57,87 a	3,01
Consumo				
kg de MS/dia	0,53 a	0,53 a	0,55 a	16,14
% Peso vivo	2,01 a	1,94 a	1,89 a	22,01
g de MS/kg de PV ^{0,75}	44,85 a	43,30 a	44,85 a	24,31

¹Digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestório total. ²Fibra em detergente ácido. ³Fibra em detergente neutro.

⁴Nutrientes digestíveis totais.

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

da silagem de girassol. Para os outros nutrientes, somente as digestibilidades da FDN e celulose da silagem de cártamo foram superiores às da silagem de girassol.

A adição da polpa cítrica à biomassa de cártamo para o preparo da silagem elevou a digestibilidade aparente da celulose (Tabela 3) quando comparado ao tratamento com emurhecimento ($P > 0,05$), mas as demais digestibilidades não foram alteradas ($P < 0,05$) pela inclusão de polpa cítrica, nas condições do presente estudo.

CONCLUSÃO

O cártamo pode ser utilizado como forrageira de boa qualidade, constituindo-se alternativa para a confecção de silagens. Seu cultivo poderá ser realizado em época distinta da semeadura das principais culturas destinadas à produção de alimentos. Os tratamentos utilizados para a ensilagem da biomassa não apresentaram diferenças que justifiquem sua aplicação no que diz respeito às características físico-químicas, consumo e digestibilidade dos nutrientes das silagens.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Características fermentativas e químicas

de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.532-539, 2007

BUENO, M.S.; FERRARI, E.J.; POSSENTI, R.A.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F.F.; RODRIGUES, C.F.C. Desempenho de cordeiros alimentados com silagem de girassol ou milho com proporções crescentes de ração concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1942-1948, 2004.

ERWIN, E.S.; MARCO, G.J.; EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid by gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, p.1768-1771, 1961.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá, SP. **Anais...** Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. p.177-217.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V.. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) com e sem emurhecimento. **Ciência Agrotécnica**, v.28, p.443-449, 2004.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, p.249-251, 1965.

FERRARI, R.A. Potencial de produção de co-produtos da

- indústria de oleaginosas. In: SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA BIOENERGÉTICA PARA PRODUÇÃO ANIMAL, 2008, Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. CD-ROOM.
- FERRARI JR., E.; POSSENTI, R.A.; LIMA, M.L.P.; NOGUEIRA, J.R.; ANDRADE, J.B. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim da Indústria Animal**, v.62, p.19-27, 2005.
- FERREIRA, J.J. Estágio de maturação do milho e do sorgo o ideal para ensilagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J. (ed.) **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.405-428.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-120, 2007. Suplemento especial.
- LANDAU, S.; FRIEDMAN, S.; BRENNER, S.; BRUCKENTAL, I.; WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; DVASH, L.; LESHEM, Y. The value of safflower (*Carthamus tinctorius*) hay and silage grow under Mediterranean conditions as forage for dairy cattle. **Livestock Production Science**, v.88, p.263-271, 2004.
- LAVIOLA, B.G.; ALVES, A.A.; ROCHA, R.B. Estratégias agronômicas para aproveitamento da torta de pinhão-manso e melhoramento genético visando ao desenvolvimento de cultivares atóxicas de alto desempenho. In: SIMPÓSIO SOBRE DESTOXIFICAÇÃO E APROVEITAMENTO DAS TORTAS DE PINHÃO-MANSO E MAMONA, 2013, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: EMPRAPA Agroenergia, 2013. p.25-54.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2thed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991.
- MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; SILVA, L.D.F.; PINTO, A.P.; FERNADES, W.C.F.; ROLIM, A.M. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho, sorgo e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.267-272, 2002.
- OELKE, E.A.; OPLINGER, E.S.; TEYNOR, T.M.; PUTNAM, D.H.; DOLL, J.D.; KELLING, K.A.; DURGAN, B.R. Safflower. **Alternative Field Crops Manual**, Feb. 1992. Disponível em: < <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/safflower.html> >. Acesso em: 10 dez. 2015.
- OLIVEIRA, P.S.; PEREZ, J.R.O.; EVANGELISTA, A.R. **Silagem de milho para ovinos**. Lavras/MG: Universidade Federal de Lavras, 2009. p. 1-27. (Boletim Técnico, nº 83)
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.61-67, 2010.
- PEIRETTI, P.G. Effects of growth stage on chemical composition, organic matter digestibility, gross energy and fatty acid content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Livestock Research for Rural Development**, v.22, p.12, 2009.
- POSSENTI, R.A.; FERRARI, R.A.; BRÁS, P.; MIGUEL, A.M.R.O.; ANDRADE, J.B.; AZEVEDO, J.A.A. F. Composição da torta de cártamo (*Carthamus tinctorium* L.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e perfil de ácidos graxos dos óleos extraídos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 2010. CD-ROOM.
- REIS, R.A.; SILVA, S.C. Consumo de forragens. In: BERTCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.
- RIBAS, M.N.; GONÇALVES, L.C.; IBRAHIM, G.H.F.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, A.L.C.; BORGES, I. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de milho com diferentes graus de vitreosidade no grão. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.6, p.104-115, 2007.
- RODRIGUES, P.H.M.; ALMEIDA, T.F.; MEYER, P.M.; BORGATTI, L.M.O. Valor nutritivo da silagem de girassol inoculada com bactérias ácido-láticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p.340-344, 2005.
- SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; NEVES, A.L.A.; AZEVEDO, J.A.; MORAES, S.A.; COSTA, C.T.F. Características agronômicas de variedades de milho para produção de silagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.367-373, 2010.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nded. Ithaca: Cornell University Press, 1994.