

Avaliação da Silagem de Bagaço de Laranja com Diferentes Aditivos por Intermédio dos Parâmetros de Fermentação Ruminal de Ovinos e Contribuição Energética dos Ácidos Graxos Voláteis¹

Luís Carlos Vinhas Ítavo², Geraldo Tadeu dos Santos³*, Clóves Cabreira Jobim³, Tadeu Vinhas Voltolini⁴, Camila Celeste Brandão Ferreira⁴

RESUMO - O bagaço de laranja, com aditivo enzimático microbiano, ácidos fórmico e acético, ensilado por 70 dias, em tubos de concreto com capacidade de 700 kg, foi avaliado por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal, em ensaio experimental realizado com ovinos, machos, alojados em gaiolas metabólicas. O alimento fornecido foi feno de aveia (70%) e silagem de bagaço de laranja (30%), com base na MS. O fluido ruminal foi coletado por sonda esofágica nos tempos 2, 5 e 8 horas após o fornecimento do alimento e antes da alimentação, tomado como tempo zero (0). Foram avaliados pH, N amoniacal, ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e contribuição energética desses ácidos em kcal. Não houve diferença entre os tratamentos para os parâmetros avaliados. As equações de regressão apresentaram comportamento quadrático para todas as características estudadas e as médias dos parâmetros foram: pH, 6,97; N amoniacal, 6,78 mg/100 mL de fluido ruminal e dos AGV; e acético, propiônico e butírico, 45,99; 11,16; e 5,50 mM/mL de fluido ruminal, respectivamente. Os aditivos não alteraram o valor nutricional do alimento, quando avaliados os parâmetros de fermentação ruminais. Entretanto, para a produção de AGV, houve melhor eficiência de transformação (kcal de AGV/kcal de glicose), 72,92% para o tratamento sem aditivo (controle).

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, aditivos, bagaço de laranja, N amoniacal, pH ruminal, subprodutos

Evaluation of Orange Peel Silage with Different Additives by Rumen Fermentation Parameters and Energy Contribution from Volatile Fatty Acids

ABSTRACT - The orange peel with enzymatic microbial additive, formic or acetic acids was ensiled for 70 days, in concrete tubes with 700 kg of volume capacity, was evaluated by rumen fermentation parameters in a experimental trial using males sheep, housed in metabolic cages. The used diet was oat hay (70%) and orange silage (30%) on DM base. The ruminal fluid was collected with esophageal tube at 2, 5 and 8 hours after, and before feeding that was taken as zero time (0). The pH, N ammonia, volatile fatty acids (acetic, propionic and butyric) and the energy contribution of these acid in kcal were evaluated. There were no differences among treatments for the evaluated characteristics. The regression equations presented quadratic behavior for all studied characteristics and the averages of the characteristics were: pH, 6.97, N ammonia, 6.78 mg/100 mL of ruminal fluid and acetic, propionic and butyric acids values of 45.99, 11.16 and 5.50 mM/mL of ruminal fluid, respectively. The additives did not alter the nutritional value of the diet when evaluated by the rumen fermentation characteristics. However, for VFA production, there was a better energy conversion efficiency (kcal of VFA/kcal of glucose), 72.92% for the control treatment (without additive).

Key Words: additives, ammonia N, by-products, orange peel, ruminal pH, volatile fatty acids

Introdução

Grande número de subprodutos pode ser conservado por ensilagem, entre eles o bagaço de laranja. A tecnologia empregada deve ser condizente com as características do subproduto, como alto conteúdo de umidade por exemplo, uma vez que a melhor solução é combinar a conservação com os valores nutricionais (WEINBERG, 1992). O conhecimento químico e

microbiológico dos subprodutos pode ser útil para viabilizar as soluções.

A inoculação de silagem com aditivo enzimático microbiano representa grande avanço tecnológico, pois esta é uma técnica que pode acarretar elevada concentração inicial de microorganismos desejáveis, que, por sua vez, podem proporcionar rápida fermentação, além de disponibilizar maior aporte de carboidratos fermentescíveis para os microrganismos,

¹ Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor a Universidade Estadual de Maringá.

² Zootecnista, M.Sc., Professor do Curso de Zootecnia da Universidade Católica Dom Bosco - UCDB, Campo Grande - MS. E-mail: itavo@ucdb.br

³ Professor do DZO/CCA - UEM, Av. Colombo, 5790. CEP 87.020-900, Maringá, PR. * Bolsista do CNPq.

⁴ Aluno do curso de Zootecnia/UEM - Maringá, PR.

⁵ Aluna do Curso de Zootecnia/UFV - Viçosa, MG.

principalmente bactérias lácticas, devido à ação das enzimas celulasas e hemicelulasas presentes no inoculante. Segundo McDONALD (1981), a quantidade de carboidratos fermentescíveis é um dos fatores que influenciam a qualidade da silagem. GORDON (1996) avaliou efeitos de aditivos de silagens no desempenho animal e sugeriu que o tratamento com ácido fórmico poderia proporcionar melhores valores de digestibilidade e, conseqüentemente, de desempenho animal. Estes ácidos têm efeito desidratante e imprimem seletividade no meio, selecionando as bactérias lácticas (RUIZ e MUNARI, 1992).

Segundo ÍTAVO et al. (1997), o bagaço de laranja pode ser eficientemente conservado sob a forma de silagem, pois a aplicação de aditivos não melhorou os parâmetros da fermentação da silagem em silos laboratoriais, devido ao fato de o bagaço de laranja possuir algumas características intrínsecas, como acidez, baixa concentração de N amoniacal e mediana capacidade tamponante, que contribuem para que seja armazenado na forma de silagem.

Outro fato interessante é que as características fermentativas da silagem de bagaço de laranja foram estudadas, porém diferem quanto à composição bromatológica, caracterizando a divergência entre as informações encontradas na literatura (FARIA et al., 1971; WEINBERG et al., 1989; ASHBELL 1992; MEGÍAS et al., 1993; ÍTAVO et al., 1998a; e ÍTAVO et al., 1998b), em virtude das diferenças existentes entre os processos utilizados nas indústrias esmagadoras de citrus. Assim, a ensilagem do subproduto da indústria de suco de laranja deveria ser estudada, principalmente, devido à sua importância econômica regional.

A avaliação de um alimento para ruminantes deveria incluir o padrão de fermentação ruminal, o que seria indicativo do potencial do alimento em promover melhores desempenhos. O pH ruminal está diretamente relacionado aos produtos finais da fermentação, bem como à taxa de crescimento dos microorganismos ruminais. Isto pode ser demonstrado pelo uso de dietas ricas em volumosos, quando, geralmente, o pH ruminal é mais elevado, o qual permite o crescimento de bactérias celulolíticas (CHURCH, 1979). O pH ruminal reduz, principalmente, após a ingestão de alimentos, devido à rápida taxa de fermentação e, para dietas constituídas exclusivamente por volumosos, pode variar de 6,2 a 7,0 (ØRSKOV, 1986).

SATTER e SLYTER (1974) estabeleceram que 5 mg N/100 mL de fluido ruminal são o mínimo ideal para a ocorrência de máxima fermentação microbiana.

Redução na concentração de N amoniacal, com o aumento do nível de concentrado, pode ser justificada pelo acréscimo na disponibilidade de energia ruminal, que possibilita maior utilização da amônia para o crescimento microbiano (CARVALHO et al., 1997). Entretanto, MEHREZ et al. (1977) afirmaram que o máximo de atividade fermentativa ruminal foi obtido quando as concentrações de N amoniacal alcançaram valores entre 19 e 23 mg N/100 mL de líquido ruminal.

As concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV) total ou individual no rúmen são altamente variáveis e dependem da frequência de alimentação, tempo após a alimentação e composição da dieta (BERGMAN, 1990). As concentrações totais de AGV no rúmen estão normalmente entre 60 e 150 mM/mL. Além disso, o pH do fluido ruminal pode influenciar bactérias produtoras de AGV específicos. A proporção molar dos AGV individuais no rúmen é de interesse considerável, pois o padrão de fermentação e a concentração total de AGV são os principais determinantes da utilização dos alimentos pelos ruminantes (FRANCE e SIDDON, 1993). Com a fermentação de carboidratos, pequena quantidade de glicose pode chegar a ser absorvida. Dessa forma, a quantidade de propionato formado no rúmen é de fundamental importância para a neoglicogênese, pois é o principal precursor de glicose em ruminantes (BERGMAN e WOLFF, 1971).

É possível transformar os valores de concentração ruminal de AGV em contribuição energética, na forma de kcal de glicose por dia (kcal/dia) para os animais. Medindo-se a concentração de AGV no rúmen, pode-se ter idéia da produção e, conseqüentemente, da absorção destes ácidos. As produções de acetato, propionato e butirato apresentam relação linear com as respectivas concentrações, porém uma única equação de regressão não é suficiente para a estimativa. As estimativas da concentração de AGV no rúmen devem ser corrigidas para anular o efeito das interconversões que ocorrem naturalmente entre acetato e butirato, quando se quer uma estimativa mais próxima das quantidades absorvidas. Para a conversão entre síntese e produção, usam-se os fatores 0,864; 1,0; e 0,618, para acetato, propionato e butirato, respectivamente. As relações entre produção efetiva e concentração de AGV no rúmen foram descritas por equações de regressão, citadas por COELHO DA SILVA e LEÃO (1979).

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do aditivo enzimático microbiano e dos ácidos fórmico e

acético sobre a conservação do bagaço de laranja ensilado, por intermédio dos parâmetros ruminiais de ovinos, pH, N amoniacal e ácidos graxos voláteis, e comparar a contribuição energética dos ácidos graxos voláteis e sua eficiência de transformação em glicose.

Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá, no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e no Setor de Laboratórios do Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (Embrapa Gado de Leite), em Juiz de Fora, MG.

Foram utilizados 16 carneiros, castrados, adultos, sem raça definida (SRD), com peso inicial de 45 ± 4 kg, os quais foram distribuídos ao acaso nos seguintes tratamentos: (IN) - silagem do bagaço de laranja com aditivo enzimático microbiano# (200 g/t de matéria natural [MN]); (FO) - silagem do bagaço de laranja tratada com ácido fórmico a 10% (40 mL/kg MN); (AC) - silagem do bagaço de laranja tratada com ácido acético a 10% (10 mL/kg MN); e (CT) - silagem do bagaço de laranja sem aditivo (controle).

O bagaço de laranja foi ensilado em tubos de concreto com 0,96 m de diâmetro e 1,0 m de comprimento, com capacidade de aproximadamente 700 kg de material *in natura*, e permaneceu armazenado por 70 dias. O feno de aveia (*Avena strigosa* L.) foi triturado ao tamanho de 2 a 3 cm, segundo as recomendações de COELHO DA SILVA e LEÃO (1979), para experimentos de digestibilidade de alimentos desconhecidos.

Os ovinos foram alojados em gaiolas de metabolismo, metálicas, com piso de madeira ripado. Cada gaiola continha um bebedouro e um comedouro, sendo que a alimentação foi fornecida à vontade. O alimento (feno + silagem) foi oferecido na forma de ração total misturada, na proporção de 70% de feno e 30% de silagem de bagaço de laranja, em base da MS. A composição das silagens de bagaço de laranja, tratadas ou não com aditivo e do feno utilizado, foi apresentada por ÍTAVO et al. (1998b).

Após 28 dias de adaptação dos animais à dieta, foram coletadas amostras de 100 mL do fluido ruminal

para as análises de pH, N amoniacal e AGV. A coleta foi feita com uso da sonda esofágica adaptada a uma bomba de vácuo e os procedimentos de coleta de líquido ruminal, segundo ORTOLANI (1981). Os tempos de coleta foram 2, 5 e 8 horas após a alimentação dos animais, nos respectivos tratamentos, e antes do fornecimento das dietas, tomado como tempo zero (0). As determinações do pH do fluido ruminal foram feitas logo após a retirada do líquido, após a filtração em gaze.

As análises dos ácidos graxos voláteis do fluido ruminal foram realizadas segundo WILSON (1971), pelo Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (Embrapa Gado de Leite), em Juiz de Fora, MG. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas (parcelas = quatro silagens; subparcelas = quatro tempos de amostragem de fluido ruminal), com quatro repetições. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 1997).

Para a conversão entre síntese e produção, utilizaram-se os fatores 0,864; 1,0; e 0,618, para acetato, propionato e butirato, respectivamente. As relações entre produção efetiva e concentração de AGV no rúmen foram descritas pelas seguintes equações de regressão citadas por COELHO DA SILVA e LEÃO (1979), $Y_{(\text{acetato})} = 0,410 + 0,04 X$; $Y_{(\text{propionato})} = 0,134 + 0,0344 X$; $Y_{(\text{butirato})} = -0,020 + 0,028 X$, em que X é a concentração em mmoles/litro de cada ácido e Y, a produção efetiva, obtendo-se o resultado em moles por dia ($\mu\text{mol}/\text{dia}$).

A contribuição energética dos AGV foi estimada utilizando-se os seguintes valores teóricos de calor de combustão em kcal/mol: acetato, 209; propionato, 367; butirato, 524; glicose, 673; e metano, 211. Para a estimativa, considerou-se o seguinte critério: cada mol de glicose produz 2 moles de acetato mais 2 moles de CO_2 ou 2 moles de propionato ou 1 mol de butirato e 2 de CO_2 . A produção de metano foi obtida pela seguinte fórmula: $Y_{(\text{metano})} = +0,5 * [\text{acetato}] - 0,25 * [\text{propionato}] + 0,5 * [\text{butirato}]$, e o restante da glicose é transformado em CO_2 ; $Y_{(\text{CO}_2)} = 6 * (\text{moles de glicose}) - [(\text{moles de metano}) + 2 * (\text{moles de acetato}) + 3 * (\text{moles de propionato}) + 4 * (\text{moles de butirato})]$.

Resultados e Discussão

O consumo médio de MS de silagem de bagaço de laranja foi 0,54 kg/dia e do feno, 1,37 kg/dia, garantindo a proposta de se fornecerem feno e silagem na proporção 70:30, respectivamente (ÍTAVO et al., 1998b).

Na Tabela 1, estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para o pH, N amoniacal e ácidos graxos voláteis do fluido ruminal. O comportamento dos parâmetros ocorreu de forma quadrática, em função do tempo de coleta do líquido ruminal. A curva demonstra que os menores valores de pH acompanharam os maiores valores de N amoniacal e ocorreram entre duas e três horas após a alimentação.

LAVEZZO et al. (1998) encontraram pH médio de 6,69 e concentração média de N amoniacal de 7,02 mg/100 mL de fluido ruminal de ovinos alimentados com silagem de milho. Tais resultados de pH e N amoniacal se aproximam dos observados neste experimento, no qual a média da concentração de N amoniacal foi 6,78 mg/100 mL de fluido ruminal e o pH médio, de 6,97. Os menores valores para o pH ocorreram nos tempos entre 2 e 5 horas após a alimentação, coincidindo com os maiores valores encontrados para o N amoniacal, o que sugere rápida degradação da silagem de bagaço de laranja, provavelmente devido à rápida velocidade de degradação das frações protéica e fibrosa do alimento em questão, como verificado por ÍTAVO et al. (2000). Nos alimentos em geral, a parede celular apresenta degradação lenta em comparação ao conteúdo celular. Todavia, para a silagem de bagaço de laranja, a maior parte do produto final da sua fermentação ruminal é

o ácido acético, como pode ser verificado pelos valores apresentados na Tabela 3. Este ácido é menos eficiente em reduzir o pH ruminal (VAN SOEST, 1994).

O bagaço de laranja é altamente fermentável, o que pode ser observado pelos valores de N amoniacal e AGV produzidos (Tabela 1). Sua digestão no rúmen produz ácido acético em níveis elevados e de forma contínua por longos períodos. É possível que este padrão particular de fermentação possa proporcionar o uso mais eficiente da amônia e, portanto, do nitrogênio não-protéico. LAVEZZO et al. (1998), estudando silagem de milho, observaram as concentrações dos AGV nos tempos 1, 3 e 6 horas após a alimentação de ovinos e encontraram para, o ácido acético, médias de 37,05; 35,28; e 38,11 mM/mL de fluido ruminal, respectivamente. Tais valores estão muito aquém das médias observadas para o mesmo ácido (Tabela 3).

Substituindo os valores nas equações de regressão, tem-se que o ponto de mínimo do pH foi por volta das três horas após a alimentação e, para os valores de N amoniacal, por volta das duas horas. Os máximos obtidos para os AGV foram às três horas após a alimentação, concomitantemente com o valor de pH, pois o pH está diretamente relacionado com as concentrações dos ácidos produzidos no rúmen, e seu comportamento é inversamente proporcional ao dos ácidos (Tabelas 1 e 2).

O tempo no qual o pH é mais baixo situa-se entre uma e quatro horas e reflete o balanço entre as taxas de produção de ácidos graxos voláteis, o influxo de tamponantes por meio da saliva e a presença e/ou liberação de substâncias tampões do alimento (OWENS e GOESTCH, 1988).

GOMES (1991) comentou que a maioria dos trabalhos sobre metabolismo dos compostos

Tabela 1 - Equações de regressão ajustadas para pH, concentração de N amoniacal (mg/100 mL) e concentração de AGV (μ M/mL) do líquido ruminal de ovinos, em função do tempo (em horas), alimentados com silagem de bagaço de laranja

Table 1 - Regression equations adjusted to the pH, ammonia N (mg/100 mL) and VFA (μ M/mL) concentrations of ruminal fluid of sheep, in function of time (in hours), fed orange peel silage

Parâmetros Parameters	Equações de regressão Regression equations	R ²
pH	$Y = 7,31576 - 0,329996 * t + 0,0382395 * t^2$	0,77
N-NH ₃	$Y = 6,82817 + 1,06935 * t - 0,175422 * t^2$	0,68
Ácido acético <i>Acetic acid</i>	$Y = 36,3195 + 9,12315 * t - 1,05554 * t^2$	0,74
Ácido propiônico <i>Propionic acid</i>	$Y = 9,43491 + 2,05127 * t - 0,256418 * t^2$	0,72
Ácido butírico <i>Butyric acid</i>	$Y = 4,04178 + 1,66148 * t - 0,205349 * t^2$	0,62

Tabela 2 - Matriz de correlações de Pearson entre pH, concentração de N amoniacal e AGV do líquido ruminal, m função do tempo (em horas), de ovinos alimentados com silagem de bagaço de laranja

Table 2 - Matrix of Pearson correlation among pH, ammonia N and VFA concentrations of the ruminal fluid of sheep, fed orange peel silage

	Acético <i>Acetic acid</i>	Propiônico <i>Propionic acid</i>	Butírico <i>Butyric acid</i>	AGV total <i>VFA total</i>	N-NH ₃
Propiônico <i>Propionic acid</i>	0,8615				
Butírico <i>Butyric acid</i>	0,7832	0,6459			
AGV total <i>VFA total</i>	0,3102	0,2004	0,3173		
N-NH ₃	0,4321	0,4295	0,4914	-0,0251	
pH	-0,8606	-0,7789	-0,7716	-0,5191	-0,4733

nitrogenados no rúmen destaca a função central da amônia como intermediário na degradação e assimilação do N da dieta pelos microorganismos do rúmen. Outras fontes de compostos nitrogenados para a síntese microbiana são os aminoácidos e os peptídeos. Existe grande controvérsia em relação à concentração de N amoniacal ruminal exigida para o máximo crescimento microbiano. Os valores máximos obtidos para as silagens, com ou sem aditivo, variaram de 9 a 14 mg N/100 mL de fluido ruminal, abaixo dos valores citados por MEHREZ et al. (1977), os quais afirmaram que o máximo de atividade fermentativa ruminal foi obtido quando o N amoniacal alcançou valores entre 19 e 23 mg N/100 mL de líquido ruminal. Porém, estão acima dos valores citados por SATTER e SLYTER (1974), os quais estabeleceram que 5 mg N/100 mL de fluido ruminal são o mínimo ideal para a ocorrência de máxima fermentação microbiana ruminal.

Os valores de pH estão de acordo com RIHANI et al. (1993), os quais estudaram a utilização de bagaço de laranja desidratado e peletizado, em dietas isoprotéicas contendo 11,1% de PB, com ovinos em restrição de 80% do consumo voluntário. Os autores encontraram valores médios de pH variando de 6,1 a

7,0 e N amoniacal de 15 a 50 mg N/100 mL de fluido ruminal, porém os valores de N amoniacal foram superiores aos observados no presente trabalho. Todavia, os referidos autores utilizaram uréia como fonte de N para igualar a porcentagem de proteína da dieta; além disso, os valores no tempo zero já estavam elevados, iniciando em 15 e, somente após seis horas, os valores atingiram valores próximos a 5 mg N/100 mL, aproximando-se dos valores estimados (Tabela 1).

O comportamento do pH está demonstrado pela equação de regressão ajustada em função do tempo (Tabela 1). Substituindo os valores na equação, observa-se variação dos valores de pH de 6,5 a 7,4, concordando com o intervalo citado por ØRSKOV (1986). Pode-se observar comportamento quadrático para o N amoniacal do líquido ruminal, em que inicialmente os valores se elevam, devido à rápida degradação ruminal do bagaço de laranja; tal comportamento é acompanhado pelo conseqüente abaixamento do pH (Tabela 1). LAVEZZO et al. (1998) verificaram que os valores mais baixos de pH e mais elevados de N amoniacal ocorreram entre uma e três horas após a alimentação, coincidindo com os valores apresentados neste experimento.

Tabela 3 - Concentração (mM/mL) e produção (Y em mol/dia) dos ácidos graxos voláteis no líquido ruminal de ovinos alimentados com silagem de bagaço de laranja

Table 3 - Concentration and production (Y) of volatile fatty acids (VFA) in the ruminal fluid of sheep fed orange peel silage

Trat.	Acético	Propiônico	Butírico	AGV total	Y _{Acet.}	Y _{Prop}	Y _{Buti.}	Y _{Met.}	Y _{Glic.}	Y _{Total}
<i>Treat.</i>	<i>Acetic acid</i>	<i>Propionic acid</i>	<i>Butyric acid</i>	<i>VFA total</i>	-----mol/dia-----					
IN	48,43 ^a	10,68 ^a	5,91 ^a	74,41 ^a	2,92 ^a	0,72 ^a	0,13 ^a	1,34 ^a	1,95 ^a	3,77 ^a
FO	45,72 ^a	10,75 ^a	6,52 ^a	73,28 ^a	2,79 ^a	0,73 ^a	0,14 ^a	1,28 ^a	1,90 ^a	3,66 ^a
AC	46,58 ^a	11,72 ^a	4,74 ^a	69,44 ^a	2,83 ^a	0,77 ^a	0,10 ^a	1,27 ^a	1,90 ^a	3,70 ^a
CT	43,24 ^a	11,51 ^a	4,82 ^a	65,19 ^a	2,66 ^a	0,76 ^a	0,10 ^a	1,19 ^a	1,81 ^a	3,52 ^a
CV	20,175	19,216	36,852	32,424	22,626	19,844	56,320	24,497	23,265	22,475

Tabela 4 - Simulação da eficiência de transformação dos ácidos graxos voláteis (AGV) em energia (kcal)

Table 4 - Simulation of transformation efficiency of volatile fatty acids (VFA) in energy (kcal)

Trat. <i>Treat.</i>	kcal Acético	kcal Propiônico	kcal Butírico	kcal AGV	kcal Metano	kcal Glicose	AGV/ Glicose	Met/ Glicose
IN	610,33 ^a	264,93 ^a	67,80 ^a	943,06 ^a	283,65 ^a	1312,65 ^a	71,86 ^c	21,60 ^a
FO	582,11 ^a	266,32 ^a	75,86 ^a	924,29 ^a	270,83 ^a	1278,84 ^a	72,32 ^{bc}	21,13 ^{ab}
AC	591,05 ^a	283,87 ^a	52,51 ^a	927,43 ^a	268,12 ^a	1279,34 ^a	72,60 ^{ab}	20,85 ^{bc}
CT	556,36 ^a	280,09 ^a	53,67 ^a	890,12 ^a	251,39 ^a	1221,51 ^a	72,92 ^a	20,53 ^a
CV	22,626	19,844	56,320	22,989	24,497	23,265	1,05 ^a	3,640

Médias, na coluna, seguidas por letras iguais não diferem ($p > 0,05$) pelo teste tukey.

Tratamentos: IN = aditivo enzimático microbiano; FO = ácido fórmico; AC = ácido acético; CT = silagem controle, sem aditivos. CV = coeficiente de variação

AGV/Glicose = relação entre a energia em kcal dos AGV e kcal de glicose produzida (kcal AGV total/kcal Glicose).

Met/Glicose = relação entre a energia perdida na forma de metano e energia acumulada na forma de glicose (kcal metano/Kcal glicose).

Means, within a column, followed by the same small letter are not different ($p > .05$) by Tukey test.

Treatments: IN = microbial enzymatic additive; FO = formic acid; AC = acetic acid; CT = control, without additive. CV = coefficient of variation

VFA/Glucose = relationship between energy of Kcal of VFA and kcal of glucose produced (kcal VFA/kcal glucose).

Met/Glucose = relationship between energy lost in methane and energy accumulated in glucose (kcal methane/kcal glucose).

Houve variações diurnas para os AGV (Tabela 1), porém os tratamentos não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$), constatando-se que não houve efeito dos aditivos no padrão de fermentação ruminal das silagens. As concentrações dos AGV, em função do tempo, em horas, se deu de forma quadrática. As concentrações de N amoniacal e AGV estão inversamente relacionadas com o comportamento do pH, como pode ser verificado pela correlação negativa (Tabela 2). No tempo em que o pH atingiu o mínimo, os valores de N amoniacal e AGV atingiram seu ponto de máximo (Tabela 1), o que era de se esperar, pois o pH do fluido ruminal é o resultado das concentrações de produtos finais da digestão do alimento (CHURCH, 1979).

A relação entre produção, absorção ou desaparecimento e concentração de um AGV, em particular no rúmen, representa balanço entre a taxa de produção e a taxa de remoção do ácido do rúmen. Aumento na produção de ácidos graxos acarreta acréscimo na concentração e, conseqüentemente, na absorção destes ácidos, portanto, haverá tendência de estabilização entre estes três itens. Logo, quanto mais ácido graxo for produzido, mais será absorvido, até que uma constância seja atingida. Dessa forma, torna-se possível transformar os valores de concentração ruminal de AGV em contribuição energética na forma de glicose (kcal/dia).

A concentração ($\mu\text{M/mL}$) e a produção (Y em mol/dia) dos ácidos graxos voláteis no líquido ruminal dos ovinos alimentados com silagem de bagaço de laranja estão apresentadas na Tabela 3. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as concentrações dos ácidos para todos os tratamentos. Tal fato levaria à escolha do aditivo que resultou na maior quantidade de ácidos

graxos voláteis totais produzidos. Observa-se que, ao comparar a produção total diária em moles por dia de AGV, o tratamento CT seria o que menos forneceria AGV para os animais. Contudo, quando se transformam os valores de AGV em termos de energia fornecida em kcal e eficiência de transformação em glicose (Tabela 4), o tratamento CT foi o mais eficiente (72,92%). Esta forma de avaliação seria um grande passo para os estudos comparativos de alimentos, pois, quando se estuda a produção total ou individual de AGV no fluido ruminal, não se tem idéia do aporte em energia digestível que estaria sendo transformada em metabolizável. Após a subtração das perdas de energia como metano na eructação e compostos nitrogenados na urina, os ácidos graxos individuais estariam participando em 65 a 75% da energia metabolizável total (BERGMAN, 1990).

A comparação entre os valores de eficiência de transformação da energia (kcal de AGV/kcal de glicose) demonstra que os valores de produção total e/ou produção individual dos ácidos graxos voláteis não seriam os mais indicados para se avaliar um alimento (Tabela 4).

Conclusões

O bagaço de laranja não necessita de aditivos para sua conservação na forma de silagem, pois os aditivos utilizados não promoveram efeitos nos parâmetros ruminiais avaliados.

A eficiência de conversão em energia (kcal de AGV/kcal de glicose) demonstrou que apenas os valores de concentração dos ácidos graxos no fluido ruminal não são representativos em termos de aproveitamento energético.

Referências Bibliográficas

- ASHBELL, G. Conservation of citrus peel by ensiling for ruminant feed In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGRO-INDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos, SP. *Anais...EMBRAPA/UEPAE*. 1992. p.189-190.
- BERGMAN, E.N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, 70(2):567-590.
- BERGMAN, E.N., WOLFF J.E. 1971. Metabolism of volatile fatty acids by liver and portal-drained viscera in sheep. *American J. Phys.*, 221(2):586-592.
- BRANCO, A.F., ZEOULA, L.M., PRADO, I.N. et al. 1994. Valor nutritivo da polpa de citrus *in natura* para ruminantes. *Rev. Unimar*, 16(1):37-48.
- CARVALHO, A.U., VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 1997. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 4. Concentrações ruminais de amônia e pH, taxa de passagem da digesta ruminal e degradação *in situ* dos alimentos. *R. Bras. Zootec.* 26(5):1016-1024.
- CHURCH, D.C. 1979. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants. Vol. 1 - Digestive Physiology*. 3. ed. Oxford Press Inc. 350p.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. 1979. *Fundamentos de Nutrição de Ruminantes*. Piracicaba: Ed. Livrocercos. 384p.
- FARIA, V.P., TOSI, H., SILVEIRA, A.C. 1971. Avaliação da polpa de laranja fresca e ensilada como alimento para bovinos. *O Solo*, 63(2):49-55.
- FRANCE, J., SIDONS, R.C. 1993. Volatile fatty acids productions In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.) *Quantitative aspects of ruminal digestion and metabolism*. Cambridge, UK: University Press. p.107-121.
- GOMES, B.V. *Influência das características químicas e físicas das forragens sobre o consumo, degradação e cinética da digesta ruminal*. Viçosa, MG: UFV, 1991. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- GORDON, F.J. 1996. Effect of silage additives and wilting on animal performance In: GARNSWORTHY, P.C., COLE, D.J.A. (Eds.) *Recent developments in ruminant nutrition 3*. Nottingham: University Press. p.229-244.
- ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C. et al. Efeito do uso de aditivos na composição da silagem de bagaço de laranja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997, Juiz de Fora, MG. *Anais...* Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.203-205.
- ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C. et al. Efeito de aditivos nos parâmetros fermentativos da silagem de bagaço de laranja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998a. p.385-387.
- ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente da silagem de bagaço de laranja. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998b. p.388-390.
- ÍTAVO, L.C.V., SANTOS, G.T., JOBIM, C.C. et al. Degradabilidade das silagens de bagaço de laranja e de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000.
- LAVEZZO, O.E.N.M., LAVEZZO, W., WECHSLER, F.S. 1998. Estádio de desenvolvimento do milho. 3. Avaliação de silagens por intermédio de parâmetros de fermentação ruminal. *R. Bras. Zootec.* 27(1):171-178.
- McDONALD, P. 1981. *The biochemistry of silage*. New York: Ed. John Wiley & Sons Ltda. 207p.
- MEGÍAS, M.D., MARTINEZ-TERUEL, A., GALLEGO, J.A. et al. 1993. Chemical changes during the ensiling of orange peel. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43:269-274.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. 1977. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Br. J. Nutr.* 38(3):437-443.
- ØRSKOV, E.R. 1986. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.* 63(5):1624-1633.
- ORTOLANI, E.L. 1981. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. *Arq. Esc. Vet. UFMG*. 33(2):269-275.
- OWENS, F.N., GOETSCH, A.L. 1988. Ruminal fermentation In: CHURCH, D.C. (Ed.) *The ruminant animal physiology and nutrition*. Englewood cliffs. O & Books Inc. p.146-171.
- RIHANI, N., GARRET, W.N., ZINN, R.A. 1993. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep. *J. Anim. Sci.* 71:2310-2321.
- RUIZ, R.L., MUNARI, D.P. 1992. Microbiologia da silagem In: RUIZ, R.L. (Ed.) *Microbiologia zootécnica*. São Paulo: Ed. Roca. p.97-122.
- SATTER, L.D., SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Br. J. Nutr.* 32(2):199-208.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. 1997. *Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas*. Versão 7.1. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Comstock Publ. Assoc. 476p.
- WEINBERG, Z.G. Bioconservation of agricultural by-products by ensiling In: SIMPÓSIO UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGRO-INDUSTRIAIS E RESÍDUOS DE COLHEITA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1992, São Carlos, SP. *Anais...*São Carlos: EMBRAPA/UEPAE. 1992. p.191-197.
- WEINBERG, Z.G., ASHBELL, G., HOREV, B. 1989. The effect of sorbic acid on loss reduction during storage of orange peels. *J. Sci. Food Agric.*, 46:253-258.
- WILSON, R.K. 1971. *A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage*. *Research Report*. Dublin, Ireland: Agricultural Institute Dunsinea, Research Centre. 7p.

Recebido em: 18/06/1998

Aceito em: 31/04/2000