

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VALOR ALIMENTÍCIO DE SILAGENS DE TRITICALE EM  
CULTIVO SINGULAR OU EM MISTURAS COM AVEIA  
E/OU LEGUMINOSAS

Autor: Valter Harry Bumbieris Junior  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
Co-orientador: Prof. Dr. Jean Claude Emile

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
fevereiro – 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

VALOR ALIMENTÍCIO DE SILAGENS DE TRITICALE EM  
CULTIVO SINGULAR OU EM MISTURAS COM AVEIA  
E/OU LEGUMINOSAS

Autor: Valter Harry Bumbieris Junior  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
Co-orientador: Prof. Dr. Jean Claude Emile

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Pastagens e Forragicultura.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
fevereiro – 2009

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Bumbieris Junior, Valter Harry

B941 Valor alimentício de silagens de triticales em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas/Valter Harry Bumbieris Junior. -- Maringá: [s.n.],2009. 66 f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim.

Co-orientador : Prof. Dr. Jean Claude Emile

Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia. Universidade Estadual de Maringá.

1. Silagem – Nutrição animal 2. Cereais de inverno. 3. Degradabilidade. 4. Digestibilidade. 5. Leguminosas de inverno. I. TÍTULO

CDD 21. ed. 636.208552



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**VALOR ALIMENTÍCIO DE SILAGENS DE TRITICALE  
EM CULTIVO SINGULAR OU EM MISTURAS COM  
AVEIA E/OU LEGUMINOSAS**

Autor: Valter Harry Bumbieris Junior  
Orientador: Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e  
Forragicultura

APROVADA em 13 de fevereiro de 2009.

Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco

Dr. Ulysses Cecato

Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Prof. Dr. Flávio Dutra Resende

Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim  
(Orientador)

“Nem olhos viram, nem ouvidos ouviram, nem jamais penetrou em coração humano o que Deus tem preparado para aqueles que o amam”.

I Coríntios 2: 9 (Bíblia Sagrada)

A  
Deus  
pela graça da vida

Aos  
meus pais,  
Valter Hary Bumbieris e Maria Bianchi Bumbieris,  
os responsáveis por mais essa conquista.

Às  
minhas irmãs,  
Ingrid e Ilkia, pelo cuidado e amor.

Aos  
meus avós  
Arnaldo Bumbieris e Tabita Bumbieris (in memoriam),  
pelo incentivo e ensinamentos durante toda a minha formação.

Às  
famílias Bumbieris, Bianchi e Couto,  
pela amizade, incentivo e amor.

E especialmente à  
minha esposa, Patrícia Cristina Ferreira do Couto,  
pelo amor, cuidado, apoio, amizade, compreensão e dedicação a mim.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

A Deus que é o motivo de minha existência e conquistas.

À minha família que é o meu alicerce.

À minha esposa, Patrícia Cristina Ferreira do Couto, por ser simplesmente fundamental.

À Universidade Estadual de Maringá por possibilitar toda a minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes e ao CNPq, pela bolsa de estudos nos períodos de doutorado no país e no exterior.

Ao INRA - Institut National de la Recherche Agronomique –, pela acolhida durante o estágio de doutorado, assim como a todos os seus funcionários.

Ao Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim, pelo incentivo, orientação, dedicação, ensinamentos, amizade e confiança.

Ao Dr. Jean Claude Emile, pela amizade e confiança, além dos muitos ensinamentos durante o tempo de “estágio sanduíche” no exterior (INRA – França).

Aos Professores Doutores Antonio Ferriani Branco e Ulysses Cecato, pela amizade, dedicação e ensinamentos.

A todos os Professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e amizade.

Aos amigos, Ricardo Kazama, Daniele Cristina da Silva, Sabrina Coneglian, Sandra Galbeiro, Fábio Jacobs Dias, Silvana Teixeira, Paulo Levi de Oliveira Carvalho, Julio Cezar

Barreto, Moysés Calixto Junior, Alexandre Leseur, Fernanda Granzotto, Micheli Simili, Fábio Cortez, José Luiz Soriani, Robson Rossi, Juliano Roman, pela nossa amizade e por vossa ajuda nos momentos difíceis e também nas horas boas de confraternizações.

Aos amigos franceses e espanhóis, Frederic Bernard, Nicolas Bech, Cedric Riboulet, Vincent Demousseau, Françoise Menneteau, Karine Bernard, Ivan Nogueron, Cristina Lagostera, Pierre e Claude Cantot, Medhi Al Rhifai, Florie Schild, pela amizade e suporte em todos os momentos de carência e fragilidade longe do país e da família.

## REMERCIEMENTS

Je remercie a Monsieur Jean-Claude Emile, Directeur de l'Unité Expérimentale Fourrages et Environnement (UEFE) Les Verrines, responsable de mon stage et accueil pour une période de 10 mois, mais surtout pour sa gentillesse, disponibilité et amitié.

L'INRA - Lusignan, France, qui a permis la réalisation de ce travail.

Je remercie également les amis de travail René Perceau, Franck Chargelègue, Fabien Bourgoin, Anthony Martineau et Roman Perceau.

La secrétaire Françoise Menneteau pour l'aide et aussi pour sa gentillesse, patience et amitié.

Aux amis du Verrines Medhi Al Rifai, Philippe Le Roy, Fabien Surault et Xavier Charrier pour tout aide et aussi amitié.

L'équipe du laboratoire de chimie Véronique Menanteau et Catherine Lévêque pour leur aide et réalisation des analyses chimiques.

A mes amis français et espagnols; Frederic Bernard, Nicolas Bech, Cedric Riboulet, Vincent Demousseau, Karine Bernard, Ivan Nogueron, Cristina Lagostera, Pierre e Claude Cantot, Medhi Al Rifai, Florie Schild par l'accueil et amitié dans tout les moments fragile loin de mon pays et de la famille.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

VALTER HARRY BUMBIERIS JUNIOR, filho de Valter Hary Bumbieris e Maria Bianchi Bumbieris, nasceu em Ivinhema – Mato Grosso do Sul, no dia 01 de janeiro de 1980.

Em fevereiro de 2004, concluiu o Curso de Zootecnia, pela Universidade Estadual de Maringá. Em março de 2004, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de Concentração Pastagens e Forragicultura, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Conservação de Forragens.

No mês de março de 2006, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Dissertação de Mestrado. Ainda no mês de março de 2006, iniciou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de Concentração Pastagens e Forragicultura, na Universidade Estadual de Maringá.

Submeteu-se à avaliação de defesa de tese no Programa de Pós-graduação em Zootecnia em nível de Doutorado, área de Concentração Pastagens e Forragicultura na Universidade Estadual de Maringá no dia 13 de fevereiro de 2009.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO .....	xiii
ABSTRACT .....	xvi
I – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Mudanças climáticas e uso da água .....	1
1.2 Sistemas forrageiros na França .....	2
1.2.1 Silagem de milho .....	2
1.2.2 Silagem de sorgo .....	3
1.2.3 Cereais imaturos .....	4
1.3 Cereais de inverno .....	4
1.3.1 Triticale ( <i>X. Triticosecale wittmack</i> ) .....	4
1.3.2 Aveia ( <i>Avena spp</i> ) .....	6
1.4 Leguminosas de inverno .....	8
1.4.1 Ervilhaca ( <i>Vicia sativa</i> ) .....	8
1.4.2 Ervilha forrageira ( <i>Pisum arvense</i> ) .....	9
1.5 Consorciação gramínea leguminosa .....	9
Literatura Citada .....	12
II – OBJETIVOS GERAIS .....	16
III – Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com silagens de triticale em plantio singular ou em mistura com aveia e/ou leguminosas ....	17
Resumo .....	17
Abstract .....	18

Introdução .....	19
Material e Métodos .....	20
Resultados e Discussão .....	24
Conclusões .....	30
Literatura Citada .....	31
IV – Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticales em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas .....	34
Resumo .....	34
Abstract .....	35
Introdução .....	36
Material e Métodos .....	37
Resultados e Discussão .....	40
Conclusões .....	46
Literatura Citada .....	47
V – Estabilidade aeróbia de silagens de triticales em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas .....	50
Resumo .....	50
Abstract .....	51
Introdução .....	52
Material e Métodos .....	53
Resultados e Discussão .....	57
Conclusões .....	64
Literatura Citada .....	65

## LISTA DE TABELAS

		Página
<b>III – Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com silagens de triticale em plantio singular ou em mistura com aveia e/ou leguminosas</b>		
Tabela 1	Composição químico-bromatológica, energia líquida (EL) de lactação, produção de matéria seca (PMS), e pH das silagens .....	25
Tabela 2	Qualidade de fermentação das silagens de triticale em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas .....	27
Tabela 3	Ingestão de silagem, ingestão total de matéria seca, ingestão de água e produção e qualidade do leite .....	28
<b>IV – Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas</b>		
Tabela 1	Composição química das silagens (valores em % da MS) .....	38
Tabela 2	Estimativas Bayesianas (médias, desvios-padrão, mediana, e intervalos de credibilidade (P <sub>2,5%</sub> e P <sub>97,5%</sub> ) nos parâmetros do modelo e da degradabilidade efetiva da matéria seca.....	41
Tabela 3	Estimativas Bayesianas (médias, desvios-padrão, mediana, e intervalos de credibilidade (P <sub>2,5%</sub> e P <sub>97,5%</sub> ) nos parâmetros do modelo e da degradabilidade efetiva da proteína bruta .....	42
Tabela 4	Carboidratos totais (CHT), fracionamento de carboidratos (A+B1; B2; C) e frações nitrogenadas (A; B1; B2; B3; C) das silagens .....	43
Tabela 5	Estimativas Bayesianas (médias, desvios-padrão, mediana, e intervalos de credibilidade (P <sub>2,5%</sub> e P <sub>97,5%</sub> ) nos parâmetros do modelo e da degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro .....	44

**V – Estabilidade aeróbia de silagens de triticales em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas**

Tabela 1	Qualidade de fermentação das silagens de triticales em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas .....	56
Tabela 2	Teores de matéria seca (MS), recuperação de matéria seca (RMS), capacidade tampão (CT) e condutividade elétrica (CE) das silagens .....	58
Tabela 3	Massa específica (ME) das silagens nas áreas superior (120 cm), medial (80 cm) e inferior (40 cm) dos silos .....	59
Tabela 4	Equações de regressão para valores de pH e de temperatura durante o tempo de exposição aeróbia das silagens .....	62
Tabela 5	Equações de regressão para valores de pH e de temperatura durante o tempo de exposição aeróbia das rações totais .....	63
Tabela 6	Variáveis de pH, temperatura ambiente média, temperaturas e recuperação de MS associados à estabilidade aeróbia das silagens e rações totais .....	64

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>III – Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com silagens de triticale em plantio singular ou em mistura com aveia e/ou leguminosas</b>	
Figura 1	21
Temperaturas e precipitações durante o período experimental (Inverno 2007/2008 Institut National de la Recherche, Lusignan – França) .....	
Figura 2	23
Frequência das espécies no momento da ensilagem .....	
<b>V – Estabilidade aeróbia de silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas</b>	
Figura 1	54
Frequência das espécies no momento da ensilagem .....	
Figura 2	54
Valores de temperatura e precipitação durante o período experimental (Inverno 2007/2008 Institut National de la Recherche, Lusignan – França) .....	
Figura 3	59
Frequência do tamanho de partículas das silagens .....	
Figura 4	60
Termografias nos painéis dos silos durante a utilização das silagens .....	

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi determinar o valor alimentício nas silagens de triticale em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas, a produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com essas silagens, a degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN e o fracionamento de carboidratos e proteínas, além da estabilidade aeróbia e as perdas de matéria seca das silagens e das rações durante o período de utilização. As culturas para produção das silagens foram; triticale (*X. Triticosecale wittimark*) (ST), triticale em consórcio com ervilha forrageira (*Pisum arvense*) (STE) e triticale em consórcio com aveia (*Avena strigosa* Scheb), ervilha forrageira e ervilhaca (*Vicia sativa*) (STAE). Para avaliação do valor nutritivo das silagens, foram utilizadas 24 vacas da raça Holandesa com peso médio de  $600 \pm 10$  kg e média de  $75 \pm 10$  dias de lactação, separadas em três lotes. Os animais foram distribuídos em delineamento quadrado latino com repetibilidade, sendo cada período de 21 dias de avaliação. As silagens não apresentaram diferença no teor de MS, enquanto o teor de PB foi diferente, sendo STAE a silagem com maior teor desse nutriente (13,06%). Com relação aos teores de EE, STAE foi semelhante à STE, no entanto esta não diferiu de ST. Os teores de cinzas das silagens STAE e STE apresentaram diferença em relação à silagem ST. As frações FDN, FDA e celulose da silagem ST foram maiores (68,60, 41,46 e 38,19%) em relação às silagens STAE e STE (56,39, 36,11, 32,19% e 58,52, 37,48, 33,19%). A silagem ST apresentou maiores teores de nitrogênio solúvel, etanol e ácido acético em relação às demais silagens. Na ingestão de silagem, ingestão total de MS e ingestão por 100 kg de peso vivo, as silagens STAE e STE apresentaram os melhores resultados em relação à silagem ST. As vacas alimentadas com a silagem STAE e STE apresentaram maior produção de leite (21,19 e 20,45 L/vaca/dia) em relação à silagem ST (18,74 L/vaca/dia). Os teores de gordura e de proteína no leite não apresentaram diferença entre tratamentos. Já os teores de N-ureico no leite foram menores (15,15 mg/dL) nas vacas alimentadas com a silagem ST

em relação aos tratamentos STE e STAE (19,05 e 19,58 mg/dL). As silagens de triticale com inclusão de leguminosas apresentaram boa qualidade de fermentação, com maiores ingestões de MS, conferindo maior produção de leite nas vacas alimentadas com a silagem STAE, não alterando a composição deste com relação aos teores de gordura e de proteína. A concentração de N-ureico no leite foi maior nas vacas alimentadas com silagens de triticale com inclusão de leguminosas. Para o experimento de degradabilidade ruminal, foram utilizados três machos bovinos castrados da raça Holandesa, com peso vivo médio de 300 kg, portadores de cânula ruminal. Os tempos de incubação empregados tiveram a duração de 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 h. As frações *a*, *c* e a DE da MS da silagem STAE foram maiores (30,33, 0,026 e 45,45%) em relação às demais silagens. A fração *b* da MS da silagem ST foi maior (58,45%) em relação às silagens STE (45,36%) e STAE (44,37%). Na PB, a silagem ST apresentou maior fração *a* (72,12%). Na fração potencialmente degradável (*b*) da PB não houve diferença entre tratamentos. A taxa de degradação (*c*) da PB foi maior na silagem STE (0,063%) em relação à silagem ST (0,012%), porém esta foi semelhante à STAE (0,045%). A DE da PB foi melhor na silagem STE (77,71%). A silagem ST apresentou fração *a* e *b* da FDN maior (8,62 e 81,99%) em relação às outras silagens. A taxa de degradação (*c*) da FDN foi maior na STAE (0,027%). A DE da FDN não apresentou diferença entre tratamentos. A silagem ST apresentou os melhores valores para os carboidratos totais (83,97%) em relação às silagens STE (79,87%) e STAE (76,77%). As silagens STE e STAE apresentaram melhor degradabilidade da matéria seca e sugerem ser potencial fonte de proteína não-degradável no rúmen. A silagem exclusiva de triticale mostrou-se superior com relação à degradabilidade da fração fibrosa, apresentando também maior quantidade de carboidratos totais potencialmente degradáveis. No experimento de estabilidade aeróbia e perdas as variáveis avaliadas foram; teor de matéria seca (MS), capacidade tampão (CT), condutividade elétrica (CE), recuperação de matéria seca (RMS), massa específica (ME), pH, e estabilidade aeróbia das silagens. As variáveis MS e RMS não apresentaram diferença entre tratamentos. A CT mostrou-se maior na silagem STAE (88,67 m eq. NaOH/100 g de MS) seguida da STE (80,80 m eq. NaOH/100 g de MS). Já com relação à CE, as silagens STAE e STE apresentaram os maiores valores (1284 e 1060,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). A silagem STAE apresentou os maiores valores de ME (135,27 kg MS/m<sup>3</sup>) na área superior do silo seguido de STE (124,87 kg MS/m<sup>3</sup>). Na área medial e inferior dos silos, a silagem STE apresentou as mais altas ME (170,58 e 187,62 kg MS/m<sup>3</sup>) seguidas de STAE (142,11 e 169,32 kg MS/m<sup>3</sup>), que por

sua vez foi semelhante a ST (108,63 e 111,25 kg MS/m<sup>3</sup>). A silagem ST apresentou as menores temperaturas observadas nos silos, e as silagens STE e STAE apresentaram maior retenção de calor. A silagem STAE apresentou pico máximo de temperatura anterior às demais silagens, sendo também a temperatura máxima mais elevada. As silagens STE e STAE apresentaram valores de pH mais elevados em relação à ST. Com relação às rações totais, essas se apresentaram estáveis, não alterando abruptamente os valores de temperatura e de pH durante o período de avaliação. A silagem STAE apresentou menor estabilidade aeróbia, o que é evidenciado pela termografia no painel do silo, sem, no entanto reduzir a estabilidade aeróbia da ração total. A RMS durante a armazenagem e na avaliação da estabilidade em aerobiose foi semelhante para as silagens. A RMS da ração total é considerada baixa para todas as silagens, no entanto a silagem STAE apresentou os melhores resultados.

Palavras-chave: cereais de inverno, degradabilidade, digestibilidade, leguminosas de inverno

## ABSTRACT

It was aimed to evaluate the nutritional value of triticale silages in singular culture or mixtures with oats and/or legumes, the milk production and composition of Holstein cows fed with these silages, the ruminal degradability of DM, CP and NDF and the fractioning of carbohydrates and proteins, beyond the aerobic stability and the dry matter losses of silages and rations during the used period. The cultures for silages production had been; triticale (*X. Triticosecale wittimark*) (ST), triticale mixed with forage pea (*Pisum arvense*) (STE) and triticale mixed with oats (*Avena strigosa* Schieb), vetch (*Vicia sativa*) (STAE). For the evaluation of the nutritional value of silages it was used 24 Prim' Holstein dairy cattle with average weight of  $600 \pm 10$  kg average of  $75 \pm 10$  days in milk, separated in three groups. The animals had been allocated in Latin squared with replications, being each period of 21 days of evaluation. The silages did not presented difference for the DM, while the CP was different, being STAE the silage with higher percentage of this nutrient (13.06%). With regard to EE STAE was similar to the STE, wich also did not differ from ST. The ashes content of silages STAE and STE were different to ST. The fractions NDF, ADF and cellulose of ST silage had been higher (68.60, 41.46 and 38.19%) to STAE and STE silages (56.39, 36.11, 32.19% and 58.52, 37.48, and 33.19%). The ST silage presented the highest percentages of soluble nitrogen, ethanol and acetic acid compared to the others silages. For the silage ingestion, total DM ingestion and ingestion for 100 kg of live weight, the STAE and STE silages presented the best results than the silage ST. The cows fed with STAE and STE silage presented higher milk production (21.19 and 20.45 L/cow/day) than ST silage (18.74 L/cow/day). The fat and protein in the milk were not different among treatments. Already N-urea in milk had been lower (15.15 mg/dL) for cows fed with ST silage than STE and STAE (19.05 and 19.58 mg/dL). The triticale silages with legumes inclusion presented a good fermentation quality, with higher DM ingestion, and higher milk production for STAE silage, not modifying the composition of protein and fat in

the milk. The N-urea concentration in the milk was higher for the cows fed with triticale silages with legumes inclusion. For ruminal degradability essay, three castrated bovine Prim' Holstein had been used, with average live weight of 300 kg, having ruminal cannula. The incubation times had a duration of 0, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. The fractions, *a*, *c* and ED of the DM of STAE silage was higher (30.33, 0.026 and 45.45%) for both. Fraction *b* of the DM of ST silage was higher (58.45%) than STE silages (45.36%) and STAE (44.37%). In CP the ST silage presented higher value (72.12%). For the potentially degradability fraction (*b*) of CP was not observed difference among treatments. The degradation rate (*c*) of the CP was higher for STE silage (0.063%) than ST silage (0.012%), however this was similar to the STAE (0.045%). ED of CP was better for STE silage (77.71%). ST silage presented fraction *a* and *b* for NDF higher (8.62 and 81.99%) than other silages. The degradation rate (*c*) of NDF was higher for STAE (0.027%). ED for NDF did not present difference among treatments. ST silage presented the best values for the total carbohydrates (83.97%) than STE (79.87%) and STAE silages (76.77%). STE and STAE silages had better DM degradability and suggest being a potential source of non degradable protein in the rumen. The exclusive triticale silage revealed superior with regard to the degradability of fiber fraction, also presenting higher amount of total carbohydrates potentially degraded. For essay of stability aerobic the evaluated variables had been; dry matter (DM), buffer capacity (BC), electric conductivity (EC), dry matter recovery (DMR), specific mass (EM), pH, and aerobic stability of silages. The variable DM and DMR did not presented difference among treatments. The BC revealed higher for STAE silage (88.67 m eq. NaOH/100 g of DM) followed by STE (80.80 m eq. NaOH/100 g of DM). Already with regard to the EC, STAE and STE silages had the higher values (1284 and 1060,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). STAE silage presented the highest values for EM (135.27 kg MS/m<sup>3</sup>) in the top area of the silo followed by STE (124.87 kg MS/m<sup>3</sup>). For the average and lower silo area, STE silage presented highest EM (170.58 and 187.62 kg DM/m<sup>3</sup>) followed by STAE (142.11 and 169.32 kg DM/m<sup>3</sup>), that in turn was similar to the ST (108.63 and 111.25 kg DM/m<sup>3</sup>). ST silage presented the lowest temperatures observed in the silos, being that STE and STAE silages presented greater heat retention. STAE silage had the maximum temperature peak previously of the others silage, being also the higher temperature. STE and STAE silages presented higher values of pH than the ST. With regard to the total rations, they were steady, not modifying abruptly the temperature values and pH during the period of evaluation. STAE silage presented lower aerobic stability, what it is

evidenced by the thermograph in the surface of the silo, without, however reducing the aerobic stability of the total ration. The DMR during the storage and in the stability aerobic evaluation was similar for all silages. The DMR of the total ration is considered low for all silages however STAE silage presented the best results.

**Key Words:** degradability, digestibility, winter cereals, winter legumes

## I – INTRODUÇÃO GERAL

### 1.1 Mudanças climáticas e uso da água

Segundo o relatório do Grupo Intergovernamental sobre a Evolução do Clima – 2007 – GIEC, a partir do final do século XIX houve aumento de temperatura no planeta de 0,74°C e a concentração, em CO<sub>2</sub>, passou de 280 ppm para 380 ppm após a era pré-industrial. Diante do exposto, o aquecimento global é estimado para o período de 2070 a 2100, segundo modelos e hipóteses de evolução dos níveis de CO<sub>2</sub>, com acréscimo entre 1,9 e 4,6°C com forte variabilidade inter-regional.

Portanto pode-se afirmar que as mudanças climáticas podem intervir de forma muito significativa sobre a produção agrícola e em particular sobre a duração dos ciclos das culturas e colheitas, produção vegetal das culturas e pastagens, doenças, e principalmente necessidades e disponibilidade em água (Moreau et al., 2007).

A atividade econômica que mais consome água é a irrigação de culturas agrícolas, pelas elevadas perdas provocadas pela evapotranspiração. Em termos mundiais, a agricultura utiliza 69% da água disponível, a indústria consome 23% e as residências 8%. Em países em desenvolvimento, a utilização de água pela agricultura chega a atingir 80% (Banco Mundial, 1994).

Estima-se que, no Brasil, na década de 1990, o abastecimento urbano consumia 30% da água utilizada, a indústria 23% e a irrigação 47% (Borsoi & Torres, 1997). Observa-se que, atualmente, o percentual consumido pela irrigação é bastante superior em virtude da necessidade maior de utilização da água para produção agropecuária.

Em países como a Arábia Saudita, Dinamarca e Malta, as águas subterrâneas são o único recurso hídrico disponível. Em outros, como a Áustria, Alemanha, Bélgica, França, Hungria, Itália, Holanda, Marrocos, Rússia e Suíça, mais de 70% da demanda são atendidas pelo manancial subterrâneo (Banco Mundial, 1994).

Diante de mudanças climáticas já presentes em muitas regiões do mundo, a busca por meios mais racionais de utilização da água são cada vez mais abordados por temas de pesquisa que visam justamente sua utilização mínima, principalmente para produção de alimentos.

A busca por culturas mais eficientes e menos exigentes em recursos hídricos é o primeiro passo para desacelerar a utilização desenfreada da água. Culturas mais rústicas podem apresentar produções muito próximas dos níveis comumente alcançados por culturas menos eficientes e bastante utilizadas para a finalidade de produção de alimentos para o consumo humano ou animal.

Em países como a França, onde os animais de produção necessariamente são confinados durante o inverno e recebem suplementação de volumoso durante parte do verão, a produção de forragens mais rústicas e menos exigentes com relação à água, faz com que a sua utilização seja minimizada. Isso pode proporcionar facilmente maior tempo de permanência dos animais em pastagens, ou ainda que, as forragens destinadas à conservação sejam cultivadas sem o uso de irrigação.

Em algumas regiões de Poitou-Charentes (França), o recurso da irrigação é muito utilizado e por vezes necessário para produção de forragem, representando quantidades importantes de água, podendo estimar-se que para produzir um litro de leite, 50 a 80 L de água são utilizados (Emile et al., 2007a). Segundo demonstraram Emile et al. (2007b) em uma simulação simples, o fato de alimentar um rebanho leiteiro em pastagem, em relação a uma forragem irrigada, permite economizar 1,5 m<sup>3</sup> de água/vaca/dia (para uma cultura recebendo 150 a 180 mm de irrigação e produzindo 15 a 20 t de MS/ha).

Portanto não só a água deve ser objeto de atenção nas pesquisas e buscas de sistemas sustentáveis, mas também a ausência ou menor utilização de agentes que possam de alguma forma vir a poluir suas fontes como, pesticidas ou utilização indiscriminada de dosagens de adubação química nas lavouras ou pastagens.

## **1.2 Sistemas forrageiros na França**

### **1.2.1 Silagem de milho**

Na França, na maior parte dos sistemas forrageiros de produção de ruminantes, a cultura do milho é vista como elemento essencial. Sua utilização em forma de silagem

permite assegurar estoques forrageiros, garantindo a alimentação do rebanho no inverno (quatro a seis meses, dependendo da região) e suprindo o déficit de forragem dos pastos durante os meses de verão (Chénais et al., 1997). Alguns sistemas de produção leiteira intensivos fazem dessa cultura a única fonte de volumoso do rebanho ao longo de todo o ano, principalmente nas regiões da Bretanha, Pays de Loire e no Sudoeste francês.

Em algumas situações, o recurso da irrigação, notoriamente nas regiões em que o risco de seca é maior (Poitou-Charentes, por exemplo), permite ter regularidade na produção de silagem e um sistema de produção de volumoso extremamente seguro. Esse sistema apesar de seguro apresenta alguns fatores contrários à sua utilização como restrições locais de recursos hídricos, que limitam o volume de água disponível e os períodos de irrigação; custo da forragem produzida (Grasset, 1997), além das pressões locais da sociedade frente aos problemas de gestão dos recursos hídricos. Na ausência da irrigação, a produção de silagem de milho pode variar em grandes proporções, notadamente nos solos com fracas reservas hídricas, evidenciando a vulnerabilidade dessa cultura em algumas situações e regiões distintas (Lemaire et al., 2006).

### 1.2.2 Silagem de sorgo

A silagem de sorgo granífero para utilização pelos bovinos também tem sido desenvolvida em certas regiões do Sudoeste francês como alternativa ao milho em situações de seca (Legarto, 2000). A análise dessa cultura alternativa tem sido vista em dois pontos de vista: (i) melhor adaptação do sorgo na seca comparativamente ao milho, e (ii) valor alimentício da silagem de sorgo para diferentes categorias animal. Segundo Lemaire et al. (2006), a maior eficiência no metabolismo proteico do sorgo em relação ao milho, faz desse mais produtivo e de melhor qualidade em situações de estresse hídrico.

A introdução do sorgo nos sistemas forrageiros em substituição à silagem de milho, seja pelas vantagens agrônomicas ou ambientais, implica fornecer estoques forrageiros de qualidade comparáveis àquelas da silagem de milho e que não penalize os animais em função de suas exigências nutricionais. Diferentes estudos já foram desenvolvidos sobre a qualidade de silagens de sorgo para alimentação de vacas leiteiras na França (Legarto, 1991, 2000; Nascimento et al., 2005), confirmando que, em boas condições de produção da silagem, essa cultura apresenta valor alimentício

comparável àquele da silagem de milho. Portanto, o sorgo tem se constituído em uma alternativa sempre oportuna de ser avaliada em sistemas de produção de leite.

### 1.2.3 Cereais imaturos

A silagem de cereais imaturos pode constituir uma solução para fornecer estoques forrageiros em situações em que culturas de verão tais como o milho ou sorgo não são possíveis de serem cultivadas. Trabalhos, na França e em outros países, mostram o interesse de cereais de inverno para a alimentação do rebanho (MacCartney & Vaage, 1994; Le Gall et al., 1998; Jobim & Emile, 1999). Segundo Pfmilin (1998), os cereais de inverno estão geralmente presentes nas regiões de pecuária da França, com exceção das regiões de montanha, e podem constituir uma solução paliativa num ocasional déficit forrageiro.

Exaustivas análises de diferentes espécies e cultivares de cereais de inverno têm sido realizadas (INRA Lusignan – França), além da possibilidade de melhorar o valor alimentício em termos energéticos e proteicos com a introdução de leguminosas nas misturas com cereais. Assim, os cereais imaturos podem passar do status de culturas forrageiras “esporádicas”, permitindo não somente assegurar um estoque forrageiro em anos de seca, a um status de cultura forrageira “de base” permitindo assegurar todo ou parte do estoque forrageiro em algumas situações, constituindo-se uma verdadeira estratégia em nível de planejamento forrageiro (Lemaire et al., 2006).

## 1.3 Cereais de inverno

### 1.3.1 Triticale (X. *Triticosecale wittmack*)

O triticale (X. *Triticosecale wittmack*) é uma gramínea anual proveniente da hibridação artificial entre o trigo (*Triticum sp. L.*) e o centeio (*Secale cereale L.*), na qual se buscou incorporar a qualidade e a produção de grãos do trigo e a rusticidade do centeio (Baier et al., 1988) objetivando-se a maior produção de grãos para panificação. No entanto, a qualidade do grão do triticale não obteve méritos suficientes para substituir o trigo na alimentação humana. As pesquisas com essa cultura foram então direcionadas para a produção de forragem ou mesmo grãos para alimentação animal.

Como cultura alternativa para a alimentação animal, o triticale destaca-se como alimento energético. Essa forrageira apresenta produtividade que varia entre 8 e 11 toneladas de MS/ha, é resistente à ferrugem e ao oídio, às viroses, aos solos ácidos e pobres, à seca ou ao excesso de umidade. Dotado dos genomas do trigo e do centeio, trata-se de um cereal destinado a aumentar o potencial de produção como diversificar as lavouras de inverno (Reis et al., 2006).

Na Rússia e na Polônia, é semeado em áreas marginais anteriormente utilizadas para o plantio de centeio; na Austrália, é cultivado para corte ou pastejo em regiões semi-áridas; na Argentina, é utilizado preferencialmente para pastejo. Na França, Alemanha, Inglaterra e nos Estados Unidos, é semeado em solos mais pobres, sendo utilizada para alimentação animal na forma de feno, silagem da planta inteira ou do grão, ou ainda como grão seco (Baier, 1995).

Na região mediterrânea de Portugal, o triticale tem sido plantado preferencialmente para finalidade de forragem a grãos. Usando a correta combinação de alelos, bons genótipos têm sido desenvolvidos para essa finalidade naquele país, combinando a habilidade de rápido estabelecimento no outono, com satisfatória produção de forragem, e capacidade de rebrota após o pastejo de inverno (Maçãs et al., 2001). Cárdenas et al. (1998), avaliando genótipos de triticale no México, relataram produção de grãos próximas a 3,3 toneladas/ha, quantidade em que já se mostra interessante do ponto de vista econômico, visto que, culturas anuais têm seu custo de implantação e manutenção mais elevado em relação às culturas perenes. Barbazán et al. (2002), avaliando cereais de inverno para cobertura do solo no Uruguai, relataram produção de matéria seca do triticale próximo a 8 toneladas/ha com 147 dias após plantio. Na Europa, as culturas de triticale destinadas à produção de silagem podem alcançar produções próximas a 10 toneladas/ha em condições de clima e umidade favoráveis. No Brasil, não é tão difundido e utilizado, porém tem sua importância na região Sul, onde é cultivado para produção de grãos e forragem ou mesmo duplo propósito (Bortolini, 2004).

Alguns autores (McCartney & Vaage, 1994; Scerra et al., 1994) relataram problemas de aceitabilidade com relação às silagens de triticale, atribuindo esse problema à presença de pilosidades ou textura que essas cultivares apresentavam, além dos teores de matéria seca mais elevados (40 a 42%) no momento da ensilagem. No entanto, também há forte variabilidade genética que pode interferir na digestibilidade e

ingestão de silagens de cultivares da mesma espécie, porém com características de parede celular e conteúdos de amido diferentes (Emile et al., 2007c).

Atualmente, o desenvolvimento de cultivares melhoradas e o corte em estado fisiológico menos avançado, aliado ao bom tamanho de partícula para compactação, têm facilitado a difusão da utilização de silagem de triticale no estágio imaturo, contornando os problemas de aceitabilidade e baixa ingestão. O valor nutricional dessa forrageira tem sido avaliado para utilização economicamente viável na substituição por culturas convencionais, além do fato de ser mais eficiente no uso da água para produção de forragem no inverno.

### 1.3.2 Aveia (*Avena spp*)

O trigo e a cevada foram inicialmente mais importantes do que a aveia para o homem, e existem evidências de que este cereal persistiu como planta invasora na lavoura por séculos antes de ser cultivado (Coffman, 1961).

O centro de origem do trigo e da cevada foi localizado na Ásia Menor, e o da aveia, assinalado à Ásia Menor ou Norte da África (Allard, 1971). O percurso destes cereais é apoiado por investigações arqueológicas, que revelaram, no Crescente Fértil (7000-6000 a.C), a presença de trigos diploides, tetraploides e cevada, mas não aveia. As primeiras aveias apareceram cerca de 1.000 a.C, na Europa central (Helback, 1959).

No Norte e Oeste da Europa, as aveias evoluíram como culturas secundárias, invasoras das principais culturas (Holden, 1979). O avanço em direção a ambientes mais frios e úmidos fez com que as culturas de trigo e cevada se tornassem progressivamente menos adaptadas, mas foi propício ao desenvolvimento da aveia. Ocorreram alterações genéticas importantes, com a perda da debulha natural do grão e da dormência, vantagens seletivas para o cultivo (Tavares et al., 1993).

Atualmente, a aveia constitui um dos principais cereais juntamente com trigo, milho e cevada. Tem sido um cereal com grande desenvolvimento em climas temperados, e também uma cultura importante em climas mediterrâneos (Holden, 1979).

No Sul do Brasil, há um forte programa de melhoramento da aveia, cujas cultivares tem permitido incrementar a produção de grãos e também a produção de forragem (Noro et al., 2003). Adapta-se a diferentes regiões de clima temperado e

subtropical, porém em temperaturas altas, a cultura está sujeita ao ataque severo de ferrugem das folhas.

Trata-se de uma gramínea de hábito de crescimento cespitoso, de altura aproximada de 1 m (Reis et al., 2006). A aveia é uma espécie muito versátil, podendo ser cultivada consorciada com outras gramíneas ou leguminosas. Possui ampla adaptabilidade e é cultivada no Brasil principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e Espírito Santo, em locais onde a temperatura (20-25°C) favorece o seu desenvolvimento vegetativo (Sandini, 1999).

Existem aveias perenes e anuais, no entanto no Brasil, as anuais são as mais cultivadas. As cultivares de maior interesse são as aveias branca (*Avena sativa* L.), amarela (*Avena byzantina* K. Koch) e preta (*Avena strigosa* Schreb), permitindo destaques à aveia preta pela sua resistência à ferrugem, rápido crescimento, permitindo altos rendimentos e boa qualidade (Floss, 1988), e à aveia branca e amarela por serem cultivadas tanto para a produção de grãos, como para a formação de pastos e silagem (Godoy et al., 1992).

A aveia é uma das principais forrageiras utilizadas na formação de pastagens no Sul do Brasil no inverno, pela sua produção de massa seca e qualidade da forragem, resistência ao pisoteio e baixo custo de produção (Floss, 1995; Frizzo, 2001). A forragem de aveia caracteriza-se pelo alto conteúdo de proteína bruta e baixos teores de componentes da fração fibrosa (Bruning et al., 2003).

A aveia forrageira pode ser utilizada em pastejo, ou em corte, por meio de fornecimento da massa verde no cocho ou ainda conservada como feno ou silagem. Segundo Cecato et al. (1998), avaliando diversas cultivares de aveia, os teores de proteína bruta dessa espécie podem alcançar entre 18 a 21% e de fibra em detergente ácido entre 25 a 28% aos 60 dias pós-plantio, mostrando o potencial em termos de qualidade de forragem dessa espécie quando em condições adequadas de clima e umidade. Ainda segundo esses autores, a produtividade da aveia pode atingir entre 4,5 e 5,0 toneladas de MS/ha. Grise et al. (2001), e Oliveira et al. (2000), estudando o desempenho animal em pastagem de aveia, observaram ganhos médios diários de peso vivo por animal de 1,1 kg e 0,773 kg, respectivamente, qualificando mais uma vez a espécie como uma boa opção como forrageira hibernal, justificando sua escolha pela qualidade da forragem e produção animal.

## 1.4 Leguminosas de inverno

### 1.4.1 Ervilhaca (*Vicia sativa*)

*Vicia spp.* é planta herbácea, trepadeira anual ou perene conhecida no Brasil popularmente como ervilhacas ou vicas e utilizadas em vários países de clima temperado ou subtropical como forrageira de inverno com alto valor nutricional (Moraes, 1995; Bastos & Miotto, 1996). O maior centro de diversidade de espécies de *Vicia* se encontra na região Mediterrânea, com centros secundários na América do Norte e América do Sul (Kupicha, 1976). Na América do Sul crescem ao redor de 20 espécies, distribuídas no Sul do Brasil, Paraguai, Argentina, Chile e Uruguai (Vanni & Kurtz, 2005).

Apesar de existir espécies de ervilhaca nativas do Brasil, as de maior interesse econômico são as espécies exóticas como *Vicia villosa* e *Vicia sativa* (Bastos & Miotto, 1996). Espécies de ervilhaca são ocasionalmente plantadas como cultivo singular para a proteção e adubação verde do solo, no entanto, na maioria das vezes, são consorciadas com aveia, centeio, cevada, azevém, trigo, faláris e festuca. Essas culturas consorciadas servem de apoio (necessário pelo fato das vicas serem plantas trepadeiras) para o crescimento das ervilhacas e para propiciar maior volume de forragem de valor nutritivo mais equilibrado (Moraes, 1995). Estudos realizados em Passo Fundo – RS, por Tomm & Foster (2001), demonstraram que a consorciação dessa cultura com trigo incrementou a produção de forragem, medida na floração, em relação ao cultivo solteiro, de 2.760 para 6.030 kg de MS/ha. A menor competição por luz, em virtude da maior distribuição vertical das folhas por meio da elevação do dossel da gramínea, permite explicar o desenvolvimento e as produções maiores (Donald, 1963).

Essa leguminosa vem sendo, a longo tempo, utilizada em pastejo em consórcio com gramíneas, mas para utilização em misturas para a finalidade de ensilagem não tem sido muito estudada no Brasil. Em países europeus, tem sido utilizada também para essa finalidade em virtude da capacidade de produção em consórcio e pela minimização de utilização de insumos, principalmente os nitrogenados, em virtude da fixação desse nutriente por essa espécie.

Heinrichs & Fancelli (1999) relataram a produtividade da ervilhaca produzida em plantio singular no Rio Grande do Sul em torno de 2,7 toneladas de MS/ha, e em consorciação com aveia os valores foram próximos aos 5,2 toneladas de MS/ha. Esses níveis de produtividade em consórcio são motivadores para a produção de forragem de

inverno com finalidade para pastejo ou silagem, sem a necessidade do uso de irrigação para esses níveis de produção, além da ausência da utilização de adubos nitrogenados.

#### 1.4.2 Ervilha forrageira (*Pisum arvense*)

A ervilha (*Pisum arvense*) é uma leguminosa anual originada na Etiópia, algumas áreas do mediterrâneo e Ásia central, adaptando-se bem a temperaturas entre 13 e 18°C (Hartmann et al., 1988). No Brasil, os principais produtores de ervilha são os Estados da região Sul, sendo que uma boa cultivar apresenta produtividade média de 2,2 a 2,7 toneladas de grãos secos/ha (Filgueira, 1981). A produção de grãos e a composição química das leguminosas estão na dependência da cultivar, da localização geográfica e das condições de crescimento da cultura (Mizubuti et al., 2002).

A ervilha forrageira é uma leguminosa não-oleaginosa que apresenta níveis de proteína bruta ao redor de 20% (Vieira et al., 2003). Esta planta tem características agronômicas importantes para a conservação e fertilidade do solo, além de ser cultivada no inverno, quando muitas áreas agrícolas permanecem sem uso no Sul do Brasil. Estes fatores, conjugados à ausência de fatores antinutricionais em concentrações que possam afetar negativamente o desempenho animal e o perfil bromatológico favorável, tornam a ervilha uma alternativa muito promissora para a alimentação animal (Bastianelli et al., 1998).

### 1.5 Consorciação gramínea leguminosa

Segundo o Jornal Oficial da União Europeia (2002), a produção de leguminosas destinadas às explorações de animais da União Europeia não só teria efeitos econômicos, ambientais e sociais positivos e duradouros, como também poderia permitir a melhora e o aumento da produção de alimentos tradicionais com denominação de origem e de alimentos ecológicos. Ainda segundo esse mesmo meio de comunicação, o desenvolvimento de leguminosas em plantio singular ou em consórcio com gramíneas apresenta para a União Europeia vantagens ambientais importantes, tais como: maior biodiversidade, melhor rotação das culturas, melhor equilíbrio em termos de nitrogênio, manutenção da estrutura dos solos, reação saudável à tendência para a monocultura de cereais e, em termos globais, diminuição da utilização dos fatores de produção.

Para o sucesso no estabelecimento de uma associação entre gramínea e leguminosa, deve ser considerado entre estas espécies o grau de compatibilidade existente, o crescimento das plantas forrageiras e a competição que se estabelece por água, nutrientes e luz que determinam sua produtividade e persistência (Maldonado et al., 1995), além da tolerância ao corte e ao pastejo.

De acordo com Fauconnier (1982), a vantagem da associação de gramíneas e leguminosas consiste no interesse pelas leguminosas, pois estas são ricas em proteínas, energia e minerais, e em sua capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio, diminuindo a dependência de outras fontes desse nutriente. O valor alimentar de uma associação de gramínea e leguminosa (valor nutritivo elevado x maior quantidade ingerida) vai favorecer melhores desempenhos, acompanhados de uma economia de alimento concentrado (Giovanni, 1990), que é mais oneroso em termos de custos.

Alguns relatos a seguir mostram resultados em termos de qualidade, produção de forragem e produção animal com gramíneas e leguminosas de inverno em consórcio.

Grise et al. (2001) relataram valores para digestibilidade “in vitro” da matéria seca na consorciação aveia preta + ervilha forrageira variando de 53 a 69% e teores de proteína que oscilaram entre 14 e 21%, conforme as alturas do resíduo do pasto. Mizubuti et al. (2002) encontraram valores de digestibilidade da matéria seca de fenos de aveia (60%) + ervilha forrageira (40%) em torno de 62% e na digestibilidade da proteína valores próximos a 73%.

Esses resultados positivos de valor nutritivo permitem bons ganhos em termos de produção animal, conforme encontraram Canto et al. (1997), de ordem de 1,27 kg/dia obtidos em bovinos em pastejo com aveia e ervilhaca. Encontraram também valores de digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica dessa mistura próximo aos 65%. Fontaneli et al. (1991) avaliaram o efeito da consorciação entre gramíneas e leguminosas de inverno e observaram, no primeiro corte, que a aveia se destacou entre as gramíneas e a ervilhaca apresentou o melhor rendimento de fitomassa entre as leguminosas estudadas.

Tomm et al. (2003), avaliando gramíneas hibernais em consórcio com ervilha, observaram que a gramínea mais adaptada ao consórcio com essa espécie foi o triticale. Seu maior porte e robustez proporcionam maior possibilidade de acesso à luz e menores perdas por podridão das plantas de ervilha pelo menor acamamento, refletindo em maior produção de grãos de ervilha e triticale (produção de grãos em consórcio próximo a 2.300 kg/ha).

Vê-se que nas diversas formas de utilização dessas espécies de clima temperado que a qualidade da forragem é um fator atrativo na utilização, uma vez que esse fator reflete diretamente no desempenho animal. A silagem dessas misturas ainda é pouco utilizada no Brasil, visto que na região Sul onde há maior propensão à utilização, é muito utilizada a integração de pastagens e lavouras, e o pastejo dessas espécies no inverno é bastante difundido e tem preferência em relação aos métodos de conservação, como fenação e ensilagem que são mais onerosos.

Em países onde as condições climáticas são mais severas no verão em relação ao Brasil, o desenvolvimento das culturas se torna dificultado quando essas não são irrigadas, o que proporciona o uso de culturas de inverno como forragem conservada para utilização no período de escassez. No Brasil é mais uma ferramenta tecnológica e estratégica para otimizar a atividade pecuária, sendo uma alternativa interessante do ponto de vista econômico e sustentável, principalmente para algumas localidades da região Sul do Brasil, onde áreas destinadas ao pastejo poderiam ser destinadas à produção de silagem desses cereais em consorciação com leguminosas.

## Literatura Citada

- ALLARD, R. W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. New York: J. Willey, 1971. 381p.
- BAIER, A.C. Potencialidade do triticale no Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE TRITICALE, 4., 1992, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 1995. 159p.
- BAIER, A.C.; FLOSS, L.E.; AUDE, M.I.S. **As lavouras de inverno**. 1.ed. São Paulo: Editora Globo, 1988. 172p.
- BANCO MUNDIAL. **La ordenación de los recursos hídricos**. Washington, D.C.: World Bank, 1994. 158p.
- BARBAZÁN, M.; FERRANDO, M.; ZAMALVIDE, J. P. Acumulación de materia seca y nitrógeno en gramíneas anuales invernales usadas como cobertura vegetal en viñedos. **Agrociencia**, v.6, n.1, p.10-19, 2002.
- BASTIANELLI, D.; GROSJEAN, F.; PERYRONNET, M. et al. Feeding value of pea (*Pisum sativum*, L.) 1. Chemical composition of different categories of peas. **Animal Science**, v.67, n.3, p.609-619, 1998.
- BASTOS N. R; MIOTTO, S.T.S. O gênero *Vicia* (Leguminosae – Faboideae) no Brasil. **Pesquisas Botânica**, v.46, p.85-180, 1996.
- BORTOLINI, P.C.; SANDINI, I.; CARVALHO, P.C.F. et al. Cereais de inverno submetidos ao corte no sistema de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.45-50, 2004.
- BORSOI, Z.M.F., TORRES, S.D.A. A política de recursos hídricos no Brasil. **Revista do BNDES**, v.4, n.8, p.143-166, 1997.
- BRUNING, G.; NORNBORG, J.L.; PERIN, M. et al. Avaliação químico-bromatológica da forragem produzida a partir de quatro cultivares de aveia (*Avena* sp.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-rom.
- CANTO, M.W.; RESTLE, J.; QUADROS, F.L.F et al. Produção animal em pastagens de aveia (*Avena strigosa* Schreb) adubada com nitrogênio ou em mistura com ervilhaca (*Vicia sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.396-402, 1997.
- CÁRDENAS, J.G.C; LOZANO DEL RÍO, A.J.; VILLA, V.M.Z. et al. Estabilidad en rendimiento de triticale (*X. Triticosecale wittmack*) en seis ambientes del norte de México. **Agrária**, v.14, n.1, p.43-58, 1998.
- CECATO, U.; SARTI, L.L.; SAKAGUTI, E.S. et al. Avaliação de cultivares e linhagens de aveia (*Avena* spp). **Acta Scientiarum**, v.20, n.3, p.347-354, 1998.
- CHÉNAIS, F.; LE GALL, A.; LEGARTO, J. et al. Place du maïs et de la prairie dans les systems fourragers laitiers. I- l'ensilage du maïs dans le système d'alimentation. **Fourrages**, v.150, p.123-136, 1997.

- COFFMAN, F.A. **Oats and oat improvement**. Madison: The American Society of Agronomy, 1961. 650p.
- DONALD, C.M. Competition among crop and pasture plants. **Advances in Agronomy**, v.15, n.1, p.1-118, 1963.
- EMILE, J.C.; AL RIFAI, M.; LE ROY, P. et al. Des stocks fourragers pour économiser l'eau dans les systèmes fourragers laitiers de Poitou-Charentes. In : JOURNEES PRODUCTIONS FOURRAGERES ET ADAPTATIONS A LA SECHERESSE, 2007, Versailles. **Actes...** Versailles: Association Française de Production Fourragères, 2007a. p.192-193.
- EMILE, J.C.; AL RIFAI, M.; LAURENT, M. et al. Maximiser le pâturage pour économiser l'eau dans les systèmes fourragers laitiers de Poitou-Charentes. In : JOURNEES PRODUCTIONS FOURRAGERES ET ADAPTATIONS A LA SECHERESSE 2007, Versailles. **Actes...** Versailles: Association Française de Production Fourragères, 2007b. p.190-191.
- EMILE, J.C.; JOBIM, C.C.; SURAULT, F. et al. Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. **Animal**, v.1, n.8, p.1122-1125, 2007c.
- FAUCONNIER, D. Avantages de l'association graminées-légumineuses et principes de fertilisation, **Fourrages**, n.90, p.29-36, 1982.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 338p.
- FONTANELI, R.S.; SIMONETTO, C.A.; FONTANELI, R.S. et al. Consorciação de aveia e azevém com leguminosas de estação fria, Passo Fundo, RS: 1989/90. **Boletim de Pesquisa da Faculdade de Agronomia, Universidade de Passo Fundo**, v.14, n.11. p.80-94, 1991.
- FLOSS, E.L. Manejo forrageiro da aveia (*Avena* sp.) e azevém (*Lolium*, sp.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p.231-268.
- FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* sp.) e azevém (*Lolium* sp.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.191-228.
- FRIZZO, A. **Níveis de suplementação energética em pastagem hibernal na recria de terneiras de corte**. 2001. 109f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.
- GIEC. **Bilan 2007 des changements climatiques: résumé à l' intention des décideurs**. Paris: [s.n.], 2007. 25p.
- GIOVANNI, R. La prairie graminée-trèfle blanc. **Fourrages**, n.121, p.47-63, 1990.
- GODOY, R.; NEGREIROS, G.F.; BATISTA, L.A.R. **Avaliação de linhagens promissoras de aveia para a produção de grãos e forragem em São Carlos, SP, Brasil**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1992.
- GRASSET M. Place du maïs et de la prairie dans les systèmes fourragers laitiers. II- Aspects technicoéconomiques et exemples en Bretagne. **Fourrages**, v.150, p.137-146, 1997.
- GRISE, M.M.; CECATO, U.; MORAES, A. et al. Avaliação da composição química e da digestibilidade in vitro da mistura aveia IAPAR 61 (*Avena strigosa* Schreb) + ervilha forrageira (*Pisum arvense* L.) em diferentes alturas sob pastejo. **Revista brasileira de zootecnia**, v.30, n.3, p.659-665, 2001.
- HARTMANN, H.T.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E. et al. **Plant science: growth, development, and utilization of cultivated plants**. 2.ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. 674p.

- HEINRICHS, R.; FANCELLI, A.L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agricola**, v.56, n.1, p.27-32, 1999.
- HELBACK, H. Domestication of food plants in the old world: joint efforts by botanists and archeologists illuminate the obscure history of plant domestication. **Science**, v.14, p.365-372, 1959.
- HOLDEN, J.H.W. Oats. *Avena* spp. (Gramineae - Aveneae). In: SIMMONDS, N.W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. New York: Longman, 1979. 339p.
- JOBIM C.C.; EMILE, J.C. Systèmes d'utilisation des céréales d'hiver pour l'alimentation des animaux au Brésil. **Fourrages**, v.159, p.259-267, 1999
- JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPÉIA, Portugal, Lisboa, 3 de Setembro de 2002.
- KUPICHA, F.K. The infrageneric structure of *Vicia*. **Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh**, v.34, p.287-326, 1976.
- LE GALL, A.; DELATTRE, J.C.; CABON, G. Les céréales immatures et la paille: une assurance pour les systems fourragers. **Fourrages**, v.156, p.557-572, 1998.
- LEGARTO, J. **Le sorgho grain ensilé en plante entière**: utilisation par les vaches laitières - Comptes Rendus N° 91062 et 92081. [S.l]: Institut de l'Élevage ARPEB, 1991.
- LEGARTO, J. L'utilisation en ensilage plante entière des sorghos grains et sucriers : intérêts et limites pour les régions sèches. **Fourrages**, v.163, p.323-338, 2000.
- LEMAIRE, G.; DELABY, L.; FIORELLI, J.L. et al. Adaptations agronomiques au risque de sécheresse: systèmes fourragers et élevage. In: AMIGUES J.P.; DEBAEKE, P.; ITIER, B. et al. (Eds.). **Sécheresse et agriculture**: réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Paris: INRA, 2006. p. 312-322.
- MALDONADO, H. Produção de pastagens associadas sob três taxas de lotação. **Pasturas Tropicais**, v.17, n.3, p.23-26, 1995.
- MAÇÃS, B.; COUTINHO, J.; DIAS, A.S. et al. Progress in developing facultative triticale germplasm with dual purpose for the Mediterranean regions of Portugal. In: MEETING OF THE FODDER CROPS AND AMENITY GRASSES SECTION OF EUCARPIA, 23., 2001, Açores. **Proceedings...** Açores: [s.n.], 2001.
- McCARTNEY, D.H.; VAAGE, A.S. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, p.91-96, 1994.
- MIZUBUTI, I.Y.; KHATOUNIAN, C.A.; RIBEIRO, E.L.A. et al. Consumo médio e digestibilidade aparente dos nutrientes do feno de aveia (*Avena sativa* L.) e ervilha (*Pisum sativum* L.) em ovinos submetidos a dois regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.1042-1049, 2002. (suplemento).
- MORAES, Y.J.B. **Forrageiras**: conceitos, formação e manejo. Guaíba: Agropecuária, 1995. 215p.
- MOREAU, J.C.; LORGEOU, J.; DA SILVEIRA, N. et al. Premiers éléments de prospective sur les conséquences de changements climatiques au niveau des prairies et du maïs. Impacts pour la conception des systèmes fourragers. In : JOURNEES DE PRODUCTIONS FOURRAGERES ET ADAPTATIONS A LA SECHERESSE, 2007, Versailles. **Actes...** Versailles: Association Française de Production Fourragères, 2007.
- NASCIMENTO, W.G.; BARRIÈRE, Y.; CHARRIER, X. et al. Evaluation of sweet grain sorghum silage for dairy cows as an alternative to irrigated maize silage. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 20., 2005, Eire. **Proceedings...** Eire: University College Dublin, 2005. v.2, p.679.

- NORO, G.; SCHEFFER-BASSO, S.M ; FONTANELI, R.S. et al. Gramíneas anuais de inverno para produção de forragem: Avaliação preliminar de cultivares. **Agrociência**, v.7, n.1, p.35-40, 2003.
- OLIVEIRA, E.; MEDEIROS, G.B; MARUN, F. et al. **Recuperação de pastagens no Noroeste do Paraná**: bases para plantio direto e integração lavoura e pecuária. Londrina: IAPAR, 2000. 96p. (Informe da Pesquisa, 132).
- PFLIMLIN, A. Risques climatiques et sécurités fourragères selon les régions d'élevage. Cas de la sécheresse. **Fourrages**, v.156, p.541-556, 1998
- REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; MOREIRA, A.L. Viabilidade da sobressemeadura de espécies de inverno em pastagens de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV; DZO, 2006. p.213-244.
- SANDINI, I. Gênero Avena. In: COMISSÃO PARANAENSE DE AVALIAÇÃO DE FORRAGEIRAS. **Produção e utilização de pastagens: II Curso de atualização por tutoria à distância**. Curitiba, 1999.
- SCERRA, V.; GALVANO, F.; ANGELIS, A. D. E. et al. Research on nutritive value of Sicilian fodders and by-products. 6. In vivo digestibility and estimation of the energy value of triticale silage. **World Review of Animal Production**, n.29, p.66-71, 1994.
- TAVARES, M.J.C.M.S.; ZANETTINI, M.H.B.; CARVALHO, F.I.F. Origem e evolução do gênero Avena: suas implicações no melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.4, p.499-507, 1993.
- TOMM, G.O.; SANTOS, H.P.; DONIDA, B. et al. **Tutoramento de plantas de ervilha visando à produção de grãos secos**. Passo Fundo: MAPA, 2003. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento On-line, 13).
- TOMM, G. O.; FOSTER, R. K. Effect of intercropping wheat with forage legumes on wheat production and ground cover. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p. 465-471, 2001.
- VANNI, R.O.; KURTZ, D.B. Nueva variedad y precisiones taxonómicas para el género vicia (leguminosae) en el norte de la Argentina. **Darwiniana**, v.43, n.1-4, p.216-231, 2005
- VIEIRA, S.L.; METZ, M.; BARTELS, H.A.S. et al. Avaliação nutricional do grão de ervilha forrageira (pisum sativum) em dietas para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1705-1712, 2003 (Supl. 1).

## **II – OBJETIVOS GERAIS**

- 1) Avaliar o valor alimentício das silagens de triticales em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas, bem como a produtividade leiteira de vacas da raça Holandesas alimentadas com essas silagens.
- 2) Avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro, assim como determinar as frações de carboidratos e de proteínas presentes nessas silagens.
- 3) Avaliar a estabilidade aeróbia e as perdas de matéria seca das silagens e das rações durante a fase de utilização.

### **III – Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com silagens de triticale em plantio singular ou em mistura com aveia e/ou leguminosas**

**RESUMO** - O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade das silagens e a produção e a qualidade do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com silagens de triticale em plantio singular ou em mistura com aveia e/ou leguminosas. As culturas para produção das silagens foram; triticale (*X. Triticosecale wittimark*) (ST), triticale em consórcio com ervilha forrageira (*Pisum arvense*) (STE) e triticale em consórcio com aveia (*Avena strigosa* Scheb), ervilha forrageira e ervilhaca (*Vicia sativa*) (STAE). Para avaliação do valor alimentício das silagens foram utilizadas 24 vacas da raça Holandesa com peso médio de  $600 \pm 10$  kg e média de  $75 \pm 10$  dias de lactação, separadas em três lotes. Os animais foram distribuídos em delineamento quadrado latino com repetibilidade, sendo cada período de 21 dias de avaliação. As silagens não apresentaram diferença no teor de MS, enquanto o teor de PB foi diferente, sendo STAE a silagem com maior teor desse nutriente (13,06%). Com relação aos teores de EE, STAE foi semelhante à STE, no entanto esta não diferiu de ST. Os teores de cinzas das silagens STAE e STE apresentaram diferença em relação à silagem ST. As frações FDN, FDA e celulose da silagem ST foram maiores (68,60, 41,46 e 38,19%) em relação às silagens STAE e STE (56,39, 36,11, 32,19% e 58,52, 37,48, 33,19%). A silagem ST apresentou maiores teores de nitrogênio solúvel, etanol e ácido acético em relação às demais silagens. Na ingestão de silagem, ingestão total de MS e ingestão por 100 kg de peso vivo, as silagens STAE e STE apresentaram os melhores resultados em relação à silagem ST. As vacas alimentadas com a silagem STAE e STE apresentaram maior produção de leite (21,19 e 20,45 L/vaca/dia) em relação à silagem ST (18,74 L/vaca/dia). Os teores de gordura e de proteína no leite não apresentaram diferença entre tratamentos. Já os teores de N-ureico no leite foram menores (15,15 mg/dL) nas vacas alimentadas com a silagem ST em relação aos tratamentos STE e STAE (19,05 e 19,58 mg/dL). As silagens de triticale com inclusão de leguminosas apresentaram boa qualidade de fermentação, com maiores ingestões de MS, conferindo maior produção de leite nas vacas alimentadas com a silagem STAE, não alterando a composição deste com relação aos teores de gordura e de proteína. A concentração de N-ureico no leite foi maior nas vacas alimentadas com silagens de triticale com inclusão de leguminosas.

Palavras-chave: ervilhaca, ervilha forrageira, forragem, ingestão, silagem

### **III – Production and milk quality of dairy cattle fed triticale silage in singular culture or in mixture with oat and/or legumes**

**ABSTRACT** - It was aimed to evaluate the quality of silages and the production and the milk quality of Prim'Holstein dairy cattle fed with triticale silages in singular culture or in mixture with oats and/or legumes. The cultures for silages production had been; triticale (ST), triticale mixed with forage pea (STE) and triticale mixed with oats, forage pea and vetch (STAE). For evaluation of the nutritional value of silages had been used 24 Prim'Holstein dairy cattle with average weight of  $600 \pm 10$  kg average of  $75 \pm 10$  days in milk, separate in three groups. The animals had been allocated in Latin squared with replications, being each period of 21 days of evaluation. The silages did not presented difference for the DM, while the CP was different, being STAE the silage with higher percentage of this nutrient (13.06%). With regard to EE, STAE was similar to the STE, which also did not differ from ST. The ashes content of silages STAE and STE presented difference when compared to ST. The fractions NDF, ADF and cellulose of ST silage had been higher (68.60, 41.46 and 38.19%) to STAE and STE silages (56.39, 36.11, 32.19% and 58.52, 37.48, 33.19%). The ST silage presented the highest percentages of soluble nitrogen, ethanol and acetic acid than others silages. For the silage ingestion, total DM ingestion and ingestion for 100 kg of live weight, the STAE and STE silages presented the best results. The cows fed with STAE and STE silage presented greater milk production (21.19 and 20.45 L/cow/day) than ST silage (18.74 L/cow/day). The fat and protein in the milk were not different among treatments. Already N-urea in milk had been lower (15.15 mg/dL) for cows fed with ST silage than STE and STAE (19.05 and 19.58 mg/dL). The triticale silages with legumes inclusion presented a good fermentation quality, with higher DM ingestion, and higher milk production for STAE silage, not modifying the composition of protein and fat in milk. The N-urea concentration in milk was higher for cows fed with triticale silages with legumes inclusion.

Key Words: forage, forage pea, ingestion, silage, vetch

## Introdução

A estacionalidade de produção de forragem no inverno europeu faz com que forragens alternativas, sejam elas para pastejo ou conservadas, evidenciem-se cada vez mais no cenário produtivo, em virtude das mudanças climáticas e desde já pelo déficit hídrico comumente observado.

Nas regiões do Centro-oeste e Sudeste da França, marcadas por verões com pluviometria fraca e irregular, os sistemas de produção leiteira são baseados essencialmente em silagem de milho. Para assegurar os estoques forrageiros, essa cultura é frequentemente irrigada, o que conduz a pressões dificilmente aceitáveis sobre os recursos hídricos (Emile et al., 2007a).

Os cereais são mundialmente conhecidos como um dos principais constituintes da alimentação de ruminantes. São frequentemente utilizados como grãos em alimentos concentrados, podendo ser manejados como forragem para pastejo, produção de silagem ou de feno. Nesse contexto, a cultura do triticales (*X. Triticosecale wittimack*) tem se constituído em uma forrageira alternativa com bons resultados na Europa, comparada aos tradicionais cereais de inverno como a cevada e o trigo. Essa cultura cobre cerca de 330.000 ha na França e mais de 1.200.000 ha na União Europeia (dados de 2005), mas apenas uma pequena parte (5 a 10%) é utilizada para forragem (Emile et al. 2007b). Segundo Le Gall et al. (1998), o grande interesse por essa cultura comparada às culturas de verão destinadas à produção de silagem como o milho e o sorgo, é justamente pela maior eficiência hídrica e pelo menor custo em termos de tratamentos culturais.

As leguminosas também constituem importante fonte de alimento para os ruminantes, podendo da mesma forma que os cereais ser aproveitadas e exploradas em pastejo ou na forma de feno ou silagem, sendo produzidas puras ou em consórcio com gramíneas.

Dentre os benefícios da utilização de leguminosas na produção de forragens, destaca-se a melhora da qualidade da dieta animal, e indiretamente, contribui com a transferência de nitrogênio para a gramínea associada, refletindo em melhoria de atributos forrageiros, como teor de proteína e maior capacidade produtiva (Cantarutti, 1996).

A utilização de leguminosas em sistemas de produção de forragem é um dos meios mais econômicos de inserção de nitrogênio ao sistema (Valentin, 1988), pois as leguminosas mantidas em proporções adequadas nas culturas têm grande potencial de

adição de nitrogênio ao solo. Esse fato não só contribui para a manutenção da competitividade da atividade pecuária, mas também corrobora com a iniciativa de utilização de sistemas sustentáveis de produção animal.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade das silagens de triticale em plantio singular ou em mistura com aveia e/ou leguminosas sobre a produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa.

### **Material e Métodos**

O presente trabalho foi conduzido no INRA – Institut National de la Recherche Agronomique, na Unidade Experimental Forragens e Meio Ambiente, localizada em Lusignan, Departamento de Vienne, França.

A área cultivada apresenta solo de textura siltosa (silte 68%, areia 21%, argila 21%), pH médio de 5,8 e teor de matéria orgânica em torno de 3,5%.

As culturas para produção das silagens foram; Triticale (*X. Triticosecale wittmack*), Triticale em consórcio com Ervilha Forrageira (*Pisum arvense*) e Triticale em consórcio com Aveia (*Avena strigosa* Schieb), Ervilha Forrageira e Ervilhaca (*Vicia sativa*). O triticale e as consorciações foram cultivados numa área de aproximadamente 3 ha cada uma, sendo utilizadas para o cultivo as variedades Grandval<sup>®</sup>, Fringante<sup>®</sup>, Pepite<sup>®</sup> e Assas<sup>®</sup>, respectivamente, para o triticale, aveia, ervilha forrageira e ervilhaca.

Para o estabelecimento do triticale exclusivo foram utilizadas 220 sementes/m<sup>2</sup>. Nas consorciações, utilizaram-se 110 sementes/m<sup>2</sup> nas gramíneas, enquanto nas leguminosas adotaram-se 20 e 17 sementes/m<sup>2</sup>, respectivamente, para a ervilha forrageira e ervilhaca, semeadas em linha. O triticale recebeu 80 kg/ha de adubo nitrogenado na forma de nitrato de amônio em uma só aplicação de cobertura, enquanto as demais culturas em consórcio com leguminosas não receberam aplicação de nitrogênio. Todas as culturas foram isentadas da aplicação de produtos agroquímicos e de outros adubos químicos, assim como de irrigação. As avaliações de rendimento das culturas (produção de matéria seca) foram realizadas no momento do corte para ensilagem, por meio de uma colhedora automotriz HALDRUP<sup>®</sup> modelo 1.500, com largura de corte de 1,5 m, equipada com balança digital para registro do peso da forragem, sendo realizadas oito repetições por cultura, cada uma em torno de 10 m<sup>2</sup>. Após cada medida, era realizada uma subamostragem para determinação dos teores de matéria seca do material, sendo a secagem realizada em estufa a 75-80°C, por 48 h.

As culturas foram semeadas na transição outono – inverno de 2006 e colhidas na primavera de 2007. As silagens foram confeccionadas em silos tipo “bunker” com capacidade para cerca de 60 toneladas de silagem. A forragem foi colhida com ensiladeira automotriz John Deere<sup>®</sup>, modelo 5730 com plataforma de discos rotativos. Imediatamente depois de compactados e carregados, os silos foram vedados adequadamente com lona de dupla face. Na Figura 1 são apresentados os dados de temperatura e precipitação durante o período experimental de utilização das silagens.

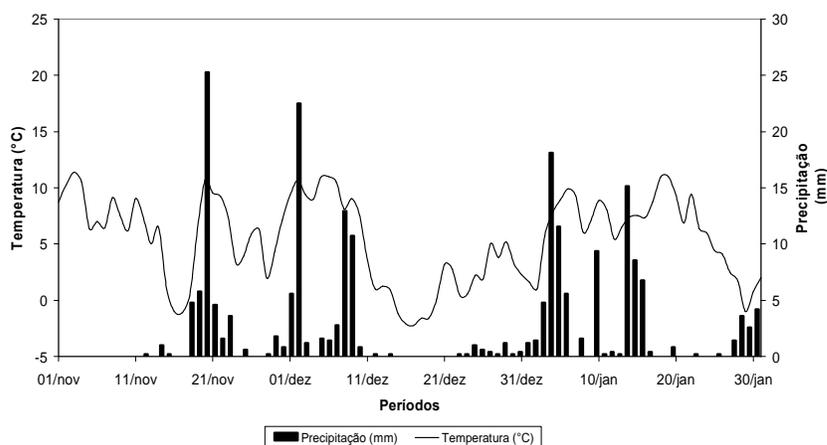


Figura 1 - Temperaturas e precipitações durante o período experimental (Inverno 2007/2008 Institut National de la Recherche, Lusignan – França).

Após 120 dias de armazenagem, os silos foram abertos para alimentação das vacas. Para avaliação do valor nutritivo das silagens, foram utilizadas 24 vacas da raça Holandesa com peso médio de  $600 \pm 10$  kg e média de  $75 \pm 10$  dias de lactação, separadas em três lotes de oito animais (três primíparas e cinco multíparas), levando-se em consideração os critérios de peso vivo, período de lactação e a produção de leite anterior ao experimento. Os animais foram identificados com coleiras numeradas e distribuídas em delineamento quadrado latino com repetibilidade, com três tratamentos (oito animais por tratamento) e três períodos de avaliação.

As avaliações do desempenho animal foram realizadas de novembro 2007 a janeiro de 2008, durante 63 dias. Após um período de 15 dias de adaptação, em que os animais estiveram em estabulação livre e puderam se familiarizar com as portas de abertura eletrônica que davam acesso aos comedouros individuais iniciou-se o ensaio que foi dividido em três períodos de 21 dias cada.

As rações experimentais foram compostas por: ST) Silagem de triticales; STE) Silagem de triticales + ervilha forrageira e STAE) Silagem de triticales + aveia + ervilha forrageira + ervilhaca. O concentrado comercial Diapason<sup>®</sup> peletizado foi distribuído duas vezes ao dia na quantidade fixa de 3,0 kg/vaca, em cada fornecimento, sendo sempre misturado à silagem no momento do fornecimento pela manhã e após a segunda ordenha do dia. A silagem foi fornecida somente pela manhã após a saída das vacas da ordenha. De cada ração, a quantidade de silagem distribuída foi calculada considerando uma sobra de 10%.

O concentrado continha 89% de MS, 18% de PB e 3% de gordura à base de cevada, farelo de trigo, torta de colza, subprodutos da fabricação de aminoácidos, melaço de cana-de-açúcar, carbonato de cálcio, torta de girassol, pré-mistura de aditivos e sal comum. Os animais também receberam cerca de 50 g de um complexo mineral-vitamínico misturado juntamente com o concentrado e também blocos de complexo mineral-vitamínico com cerca de 10 kg, que ficavam a todo tempo disponível aos animais.

As baias foram providas de bebedouros automáticos com hidrômetros, onde semanalmente foi realizada a coleta de dados para avaliar o consumo médio de água pelo lote de animais de cada tratamento.

As produções leiteiras individuais foram registradas a cada ordenha com auxílio de coletores volumétricos ligados a um sistema informatizado de ordenha. Os teores de gordura e de proteína do leite foram obtidos pela análise em infravermelho (Milkoscan<sup>®</sup>), realizadas no Laboratório Interprofissional Leiteiro do Centro-oeste, Surgères-França, a partir de amostras coletadas durante quatro ordenhas consecutivas no 17° e 18° dia de cada período. A correção do leite a 4% de gordura foi calculada a partir da equação descrita pelo NRC (2001). Os níveis de ureia no leite foram obtidos pelo método do AZOTEST, segundo Godden et al. (2003).

Com objetivo de determinar a ingestão, composição química e digestibilidade das forragens foram realizadas amostragens das silagens nos 12 últimos dias de cada período, quando foram compostas para constituir uma amostra global por período e por tratamento.

Todas as amostras foram secas em estufa a 55°C durante 72 h e depois moídas com o auxílio de um moinho tipo martelo, com peneira de 1 mm de crivo e armazenadas em potes plásticos identificados, para posteriores análises em laboratório.

Os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria orgânica (MO) foram estimados segundo AOAC (1997). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e lignina (LIG) foram estimadas de acordo com Van Soest et al. (1991). A digestibilidade “in vitro” da matéria orgânica (DIVMO) das silagens foi obtida pelo método enzimático, descrito por Aufrère (1982). Com relação à obtenção da energia líquida de lactação, essa foi calculada segundo Boever et al. (1999), de acordo com a equação:  $14,79 - 0,0137 * \% \text{ cinzas} - 0,0631 * \% \text{ lignina} - 0,0112 * \% \text{ PB} - 0,0023 * \% \text{ MS} + 0,0283 * \% \text{ EE}$ .

A determinação dos ácidos orgânicos nas silagens foi realizada por meio de cromatografia gasosa, segundo Erwin et al. (1961), e a determinação do nitrogênio amoniacal por espectrofotometria (Foldager, 1977), no entanto para essas variáveis não foram realizadas análises estatísticas, em virtude do baixo número de repetições, sendo feita uma análise descritiva dos valores obtidos (Tabela 2). Os valores de pH foram obtidos, segundo Cherney & Cherney (2003), com base na diluição de 50 gr de silagem fresca em 125 mL de água destilada e leitura do pH após 1 h de repouso.

Antes da colheita das forragens foram realizadas cinco amostragens de 1 m<sup>2</sup> em cada uma das culturas, para avaliação da frequência de aparecimento de cada espécie. As espécies foram separadas manualmente e pesadas, após foram secas em estufa a 80°C por 48 h para cálculo da frequência de cada espécie. A frequência das espécies está apresentada na Figura 2.

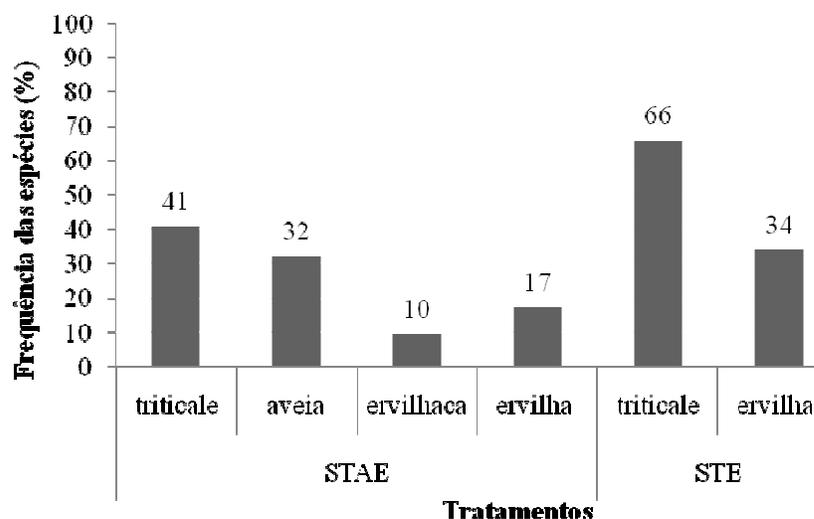


Figura 2 - Frequência das espécies no momento da ensilagem.

STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

As análises estatísticas da produção de matéria seca e produção e composição do leite foram realizadas pelo programa SAS (2001), pelo procedimento GLM, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, e o delineamento utilizado na produção de matéria seca foi inteiramente casualizado com oito repetições em cada tratamento. Quanto à composição químico-bromatológica, energia líquida de lactação e pH das silagens, foi considerado que as observações de cada um dos tratamentos seguem distribuição Normal:  $y_{ik} \sim N(\mu_k; \sigma_k)$ , com distribuições não-informativas para os hiperparâmetros  $\mu_k \sim N(0; 10^6)$  e  $\sigma_k \sim Gama(10^3; 10^3)$ , respectivamente, para a média e o desvio-padrão. A obtenção das distribuições marginais “a posteriori” para os parâmetros foi por meio do pacote Brugs do programa R (R Development Core Team, 2007).

Para cada um dos parâmetros, foram gerados 30.000 valores em um processo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), considerando um período de descarte amostral de 1.000 valores iniciais. A amostra final tomada com saltos de tamanho cinco, continha 6.000 valores gerados. A convergência das cadeias foi verificada por meio do pacote CODA (Best et al., 1995) do programa R, pelos critérios de Geweke (1992), e de Heidelberger & Welch (1983), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## Resultados e Discussão

As silagens não apresentaram diferença nos teores de MS, porém esses se mostraram baixos (22,82%) com relação aos níveis recomendados para uma boa qualidade de fermentação de silagens, estimado em torno de 30 a 35% (McDonald et al., 1991). Já os teores de PB foram diferentes, tendo a silagem STAE maior teor seguido da silagem STE, o que pode ser atribuído à maior participação das leguminosas na mistura (Figura 2).

Com relação aos teores de EE, este foi mais elevado para as silagens STAE e ST, porém essa última não diferiu de STE. Apesar da presença de leguminosas nas misturas, tanto a ervilhaca como a ervilha forrageira, são consideradas leguminosas não-oleaginosas, assim os teores não foram elevados. A concentração de cinzas nas silagens STAE e STE foi diferente ( $P < 0,05$ ) em relação à silagem ST, provavelmente pela composição mineral diferenciada das leguminosas em relação às gramíneas.

Os teores de FDN, FDA e celulose da silagem ST foram maiores ( $P<0,05$ ) que nas silagens STE e STAE (Tabela 1). Esses valores da silagem ST estão acima dos relatados por Khorasani et al. (1993) e Vatandoost et al. (2007), porém os valores pertinentes às silagens STE e STAE corroboram com Salawu et al. (2002) em estudo de silagens de ervilha forrageira em consórcio com trigo, que encontraram 57,5 e 39,7%, respectivamente, para os teores de FDN e FDA.

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica, energia líquida (EL) de lactação, produção de matéria seca (PMS), e pH das silagens

	Tratamentos		
	ST	STE	STAE
MS (% MS)	22,44 <sup>a</sup>	23,44 <sup>a</sup>	22,57 <sup>a</sup>
PB (% MS)	7,75 <sup>c</sup>	11,63 <sup>b</sup>	13,06 <sup>a</sup>
EE (% MS)	2,16 <sup>ab</sup>	1,84 <sup>b</sup>	2,35 <sup>a</sup>
Cinzas (% MS)	6,11 <sup>b</sup>	6,64 <sup>a</sup>	7,73 <sup>a</sup>
FDN (% MS)	68,60 <sup>a</sup>	58,52 <sup>bc</sup>	56,39 <sup>c</sup>
FDA (% MS)	41,46 <sup>a</sup>	37,48 <sup>bc</sup>	36,11 <sup>c</sup>
Celulose (% MS)	38,19 <sup>a</sup>	33,19 <sup>b</sup>	32,19 <sup>b</sup>
Lignina (% MS)	4,39 <sup>b</sup>	5,54 <sup>a</sup>	5,55 <sup>a</sup>
DIVMO (% MS)	56,34 <sup>b</sup>	59,70 <sup>a</sup>	60,28 <sup>a</sup>
EL de lactação (Mcal/Kg MS)	0,60 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,59 <sup>a</sup>
PMS (ton. de MS/ha)	11,65 <sup>a</sup>	6,42 <sup>c</sup>	7,98 <sup>b</sup>
pH	4,04 <sup>ab</sup>	3,83 <sup>b</sup>	4,20 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P<5\%$ ).

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Os teores de lignina foram mais elevados nas silagens com leguminosas (STAE e STE) em virtude da maior lignificação do caule das leguminosas. Já a silagem ST apresentou os menores valores (4,39%), concordando com Coblenz et al. (2000), em trabalho com silagem de aveia (4,08%) e trigo (4,10%).

A DIVMO foi superior ( $P<0,05$ ) nas silagens STAE e STE. Essa maior diferença entre as digestibilidades provavelmente se é registrada em virtude da inserção de leguminosas nas misturas, as quais apresentam menores teores de componentes

estruturais em sua composição morfológica, além dos teores de proteína bruta ser mais elevados nessas. Salawu et al. (2002) reportaram valores que corroboram (59 a 63%) com as digestibilidades de silagens de cereais de inverno em consórcio com leguminosas encontradas nesse estudo.

Com relação à energia líquida (EL) de lactação, não houve diferença entre as silagens, em virtude das variáveis componentes da equação de predição serem diferentes nas silagens, contrabalanceando os valores máximos e mínimos de cada uma na equação. No entanto, essas variáveis com relação à composição química, não foram suficientes para demonstrar diferença entre as silagens.

No tocante à produção de matéria seca (PMS), a silagem de tritcale (ST), apresentou a maior produção (11,65 ton. de MS/ha), seguida da silagem STAE (7,98 ton. de MS/ha). Esse fato é justificável por não haver competição entre espécies, também pela maior densidade de sementes por área, além da aplicação de fertilizante nitrogenado em cobertura (80 kg N/ha). As demais culturas (STE e STAE) foram cultivadas com menor quantidade de sementes de gramíneas/m<sup>2</sup>, além da competição entre espécies por luminosidade, umidade e nutrientes.

As silagens apresentaram valores de pH que caracterizam satisfatória fermentação (McDonald et al., 1991). A silagem STE apresentou os menores valores de pH (3,83). Stenn et al. (2002), estudando a correlação entre a qualidade da silagem e o consumo, observaram relação quadrática entre o pH e o consumo, registrando relação positiva nos valores mais baixos e máximo consumo no pH 4,3, portanto os valores observados nesse estudo corroboram para uma silagem de satisfatória qualidade de fermentação em termos de acidificação do material conservado.

A silagem ST apresentou mais alta percentagem de nitrogênio solúvel em relação às silagens STE e STAE (Tabela 2). Isso provavelmente ocorreu em virtude da presença de taninos nas leguminosas, os quais diminuem a solubilidade da proteína (Albrecht & Muck, 1991), podendo essa ser posteriormente aproveitado no decorrer do trato digestório do animal.

As silagens apresentaram concentrações de amônia consideradas normais para as forrageiras ensiladas. No entanto, as silagens STE e STAE apresentaram alta concentração de amônia em relação à silagem ST, isso possivelmente ocorreu em virtude dos maiores teores de proteína contidos nas leguminosas (Tabela 1). Salawu et al. (2002) também encontraram valores para concentração de amônia próximos (11,2 a 13,4% NH<sub>3</sub>/N Total) ao desse trabalho em estudo de silagens de ervilha forrageira + trigo.

Tabela 2 - Qualidade de fermentação das silagens de triticale em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas

Qualidade Fermentativa			
	ST	STE	STAE
Fração N			
Nitrogênio solúvel/N Total (%de N Total)	69,1	61,1	62,8
N-NH <sub>3</sub> /N Total (%de N Total)	9,73	11,4	14,8
Alcoóis			
Metanol (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	1,08
Etanol (g/kg de MS)	46,06	16,65	7,24
N-Propanol (g/kg de MS)	5,82	0,95	0,84
N-Butanol (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ácidos orgânicos			
Ácido láctico (L+D) (g/kg de MS)	51,4	82,4	72,8
Ácido acético (g/kg de MS)	49,18	27,9	46,98
Ácidos propiônico (g/kg de MS)	4,23	1,33	1,32
Ácido Iso-butírico (g/kg de MS)	< 0,5	0,47	< 0,5
Ácido N-butírico (g/kg de MS)	< 0,5	0,76	< 0,5
Ácido Iso-valérico (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ácido N-valérico (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	< 0,5

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Segundo Cherney & Cherney (2003), produtos neutros da fermentação como etanol, propanol, e 2,3 propanodiol podem resultar da fermentação no silo, e a concentração de etanol pode variar de 1,0 a 5,0% da MS e o mesmo pode ser convertido a acetato no rúmen, desde que se permita período de adaptação do animal.

Neste trabalho foram observados teores de 4,6% de etanol na silagem ST, indicando elevado teor alcoólico nessa silagem. Já as demais silagens (STAE e STE) apresentaram valores entre 1,6 e 0,7%, respectivamente. Esse elevado teor alcoólico na silagem ST, é indicação de uma fermentação secundária provavelmente por atuação de leveduras.

Com relação à concentração de ácido láctico, a silagem ST apresentou os menores valores (5,14%). Segundo Reis et al. (2008), silagens com boa fermentação dos carboidratos solúveis apresentam de 10 a 15% de ácido láctico na MS. No entanto, o

padrão de fermentação, referente à produção de ácidos lácticos pode ser considerado razoável para a conservação da forragem. Mustafá & Seguin (2004) encontraram valores próximos aos das silagens em consórcio com leguminosas (64 g/kg de MS), trabalhando com silagens de ervilha forrageira + cevada, corroborando com o comportamento de fermentação de silagens de cereais de inverno em consórcio com leguminosas. Salawu et al. (2002) reportaram valores próximos aos encontrados nesse trabalho, variando de 3,3 a 4,65% e 0,7 a 1,2% da MS, respectivamente, para os teores de ácido acético e etanol em silagens de ervilha forrageira + trigo. Ainda, McDonald et al. (1991) relataram que a concentração de ácido acético nas silagens pode variar de 1,0 a 10,0% da MS e nas silagens bem conservadas de 2,0 a 5,0% da MS.

Na ingestão de silagem, ingestão total de matéria seca e ingestão por 100 kg de peso vivo, os animais que recebiam as silagens STE e STAE apresentaram os melhores resultados ( $P < 0,05$ ) em relação à silagem ST (Tabela 3).

Tabela 3 - Ingestão de silagem, ingestão total de matéria seca, ingestão de água e produção e qualidade do leite

	Tratamentos				
	ST	STE	STAE	CV%	DP
Ingestão de silagem (kg MS/dia)	9,54 <sup>b</sup>	11,48 <sup>a</sup>	12,25 <sup>a</sup>	18,24	2,02
Ingestão total de MS (kg MS/dia)	14,90 <sup>b</sup>	16,84 <sup>a</sup>	17,61 <sup>a</sup>	12,30	2,02
Ingestão de MS/100 kg de PV	2,55 <sup>b</sup>	2,91 <sup>a</sup>	3,01 <sup>a</sup>	12,62	0,36
Ingestão média de água (L/vaca/dia)	59,10 <sup>a</sup>	59,80 <sup>a</sup>	60,23 <sup>a</sup>	10,02	5,98
Relação ingestão água/ingestão MS	3,93 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>	3,88 <sup>a</sup>	13,00	0,49
Produção de leite total kg/dia	18,74 <sup>b</sup>	20,45 <sup>ab</sup>	21,19 <sup>a</sup>	15,83	3,19
Relação produção de leite/ingestão MS	1,25 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>	12,23	0,15
Produção de leite (4% de gordura)	18,81 <sup>a</sup>	20,05 <sup>a</sup>	20,64 <sup>a</sup>	16,22	3,22
Produção de gordura no leite kg/dia	0,75 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>	0,81 <sup>a</sup>	17,85	0,14
Produção de proteína no leite kg/dia	0,53 <sup>b</sup>	0,59 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	15,95	0,09
% de Gordura no leite	4,03 <sup>a</sup>	3,88 <sup>a</sup>	3,83 <sup>a</sup>	10,70	4,19
% Proteína no leite	2,86 <sup>a</sup>	2,92 <sup>a</sup>	2,96 <sup>a</sup>	6,74	1,96
N-ureico no leite (mg/dL)	15,15 <sup>b</sup>	19,05 <sup>a</sup>	19,58 <sup>a</sup>	15,34	2,75

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P < 5\%$ ).

CV% = Coeficiente de variação; DP = Desvio padrão; ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Esses resultados são verificados principalmente pelas maiores digestibilidades apresentadas nas silagens STAE e STE (Tabela 1), concordando com os dados obtidos por Salawu et al. (2002); Khorasani et al. (1993) e Argamentería et al. (2005). No entanto, Khorasani & Kennely (1997), trabalhando com silagens com teores de MS maiores, observaram produções e ingestões maiores nas silagens de triticale e triticale + ervilha forrageira. Huhtanen et al. (2007), em trabalho de modelagem sobre os fatores que afetam a ingestão de silagens, descreveram que o teor de MS das silagens tem efeito pronunciado sobre o comportamento ingestivo, e concluíram que os maiores níveis de ingestão foram obtidos com silagens com teores entre 33 a 36% de MS, níveis esses superiores aos encontrados neste estudo.

Schimidt et al. (2004) destacam que a presença de compostos voláteis como etanol, em concentrações elevadas, provoca rejeição do animal à silagem e menor valor nutritivo dessa decorrente de fermentações indesejáveis, além de observarem menor ingestão e também maior demanda de tempo para atividades de ingestão, ruminação e mastigação. Portanto, o menor consumo da silagem ST pode ser explicado em partes pela qualidade de fermentação que esse material registrou, apresentando elevados teores de etanol (4,6%). Outro fator que influenciou negativamente a ingestão da silagem ST são os altos teores de FDN observados nessa silagem (68,60%). Segundo Mertens & Ely (1979), o aumento dessa fibra no rúmen e intestino, reduzem consideravelmente a ingestão de MS.

Com relação à ingestão de água, não houve diferença entre tratamentos. A ingestão de água estimada por vaca/dia está na faixa de consumo (55 a 65 L de água/vaca/dia) descrita por Murphy et al. (1983) e Dahlborn et al. (1998), para vacas com nível de produção equivalentes ao desse estudo. Ainda, segundo esses autores, o consumo de água está relacionado a diversos fatores, entre eles, o nível de produção, a temperatura ambiente e a ingestão de MS entre outros. Na relação de ingestão de água/ingestão de MS não houve diferença entre tratamentos, e os valores encontrados estão de acordo com os níveis propostos pelo NRC (2001), para esses níveis de produção.

As vacas alimentadas com silagem STAE apresentaram maior produção de leite ( $P < 0,05$ ), semelhantes àquelas recebendo a silagem STE, essa por sua vez não diferiu da silagem ST. Essa variável está diretamente ligada ao fator ingestão de MS, que apresentou os melhores resultados nas vacas recebendo as silagens STAE e STE, as quais também apresentaram as melhores digestibilidades (Tabela 1). Salawu et al. (2002) mostraram produções de leite com silagens de cereais em consórcio com leguminosas, semelhantes (21 a 23 L/vaca/dia) aos encontrados nesse estudo. No

tocante à relação produção de leite/ingestão de MS, não foi verificada diferença ( $P>0,05$ ) entre as silagens (1,25 e 1,21), apresentando coerência os níveis de produção de leite com os valores de ingestão de MS de cada silagem.

Na produção de leite corrigida a 4% de gordura, não houve efeito entre tratamentos ( $P>0,05$ ), da mesma forma que na produção de gordura. No entanto na produção de proteína, as vacas que receberam as silagens STE e STAE apresentaram valores maiores ( $P<0,05$ ) nessa variável em relação à silagem ST. Isso provavelmente acontece, em razão da maior produção de leite nos tratamentos em que as vacas foram alimentadas com silagens com leguminosas.

Os teores de gordura e proteína não apresentaram diferença ( $P>0,05$ ) entre os leites das vacas que receberam os tratamentos, sendo os valores médios encontrados de 3,9 e 2,9%, respectivamente. Khorasani et al. (1993) mostraram valores maiores nessas variáveis em produção de leite com silagem de triticales, no entanto, corroboram com esse estudo os dados obtidos por Khorasani & Kennely (1997); Salawu et al. (2002) e Argamenteria et al. (2005).

No tocante aos teores de N-ureico no leite, as vacas alimentadas com a silagem ST apresentaram os menores valores em relação às demais ( $P<0,05$ ). Segundo Baker et al. (1995), dietas balanceadas para vaca leiteiras foram associadas com médias de concentração de N-ureico no leite entre 15 e 16 mg/dL. Alguns autores, Elrod & Butler (1993); Elrod et al. (1993); Ferguson et al. (1993); Butler et al. (1996) citam que a elevada ingestão de proteína degradável no rúmen resulta em níveis de N-ureico no sangue e no leite maiores do que 19 a 20 mg/dL, o que tem sido associado com ambiente uterino inóspito ao óvulo, decréscimo na fertilidade, redução na taxa de concepção e decréscimo na taxa de prenhes para vacas em lactação e novilhas. Outro fator relacionado ao excesso de proteína degradável no rúmen, é o efeito poluidor, visto que os animais excretarão maiores quantidades de nitrogênio pelas fezes e urina, além do maior gasto energético para metabolizar o excesso desse nutriente.

### **Conclusões**

As silagens de triticales com inclusão de leguminosas apresentaram satisfatória qualidade de fermentação, proporcionaram maiores ingestões de MS, conferindo maior produção de leite nas vacas alimentadas com a silagem STAE, não alterando a composição deste com relação aos teores de gordura e de proteína. A concentração de N-ureico no leite é maior nas vacas alimentadas com silagens de triticales com inclusão de leguminosas.

### Literatura Citada

- ALBRECHT, K.A.; MUCK, R.E. Proteolysis in ensiled forage legumes that vary in tannin concentration. **Crop Science**, v.31, p. 464-469, 1991.
- ARGAMENTERÍA, A.; CUETO ARDAVÍN, M.A.; DE LA ROZA DELGADO, B. et al. Evolución de la ingestión voluntaria, digestibilidad in vivo y respuesta en producción y calidad de la leche, del ensilado de triticale/haboncillos según momento de corte. In: REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA PARA EL ESTUDIO DE LOS PASTOS, 45., Gijón, 2005. **Anais...** Gijón: SEEP, 2005. p. 169-174.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16<sup>th</sup> ed. 3<sup>rd</sup> revision. Washington, D.C, 1997.
- AUFRERE, J. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. **Annales de Zootechnie**, v.31, n.2, p.111-130, 1982.
- BAKER, L.D.; FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.78, p. 2424-2434, 1995.
- BEST, N.G.; COWLES, M.K.; VINES, K. **CODA**: convergence diagnostics and output analysis software for Gibbs sampler output. Cambridge: University of Nebraska Medical Center, 1995.
- BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal Animal Science**, v. 74, p. 858-865, 1996.
- CANTARUTTI, R.B. **Disponibilidade de nitrogênio em solo de pastagens de Brachiaria humidicola em monocultivo e consorciada com Desmodium ovalifolium cv. Itabela**. 1996. 83f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Asserimg silage quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage Science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America, 2003. p.141-198.
- COBLENTZ, W.K; COFFEY, K.P; TURNER, J.E. Effect of Maturity on Degradation Kinetics of Sod-Seeded Cereal Grain Forage Grown in Northern Arkansas. **Journal Dairy Science**, v.83, p.2499-2511, 2000.
- DAHLBORN, K.; AKERLIND, M.; GUSTAFSON, G. Water intake by dairy cows selected for high or low milk-fat percentage when fed two forage to concentrate ratios with hay or silage. **Swedish J. Agric. Res**, v.28, p.167-176, 1998.
- De BOEVER, J.L.; COTTYN, B.G.; De BRABANDER, D.L. et al. Equations to predict digestibility and energy value of grass silages, maize silages, grass hays, compound feeds and raw materials for cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews, Series B: Livestock Feeds and Feeding**, v.69, n.11, p.835-850, 1999.
- ELROD, C.C.; BUTLER, W.R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. **Journal Animal Science**, v.71, p.694-701, 1993.
- ELROD, C.C.; VAN AMBURGH, M.; BUTLER, W.R. Alterations of pH in response to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. **Journal Animal Science**, v.71, p.702-706, 1993.
- EMILE, J.C.; AL RIFAI, M.; LAURENT, M. et al. Maximiser le pâturage pour économiser l'eau dans les systèmes fourragers laitiers de Poitou-Charentes. In :

- JOURNEES PRODUCTIONS FOURRAGERES ET ADAPTATIONS A LA SECHERESSE 2007, Versailles. **Actes...** Versailles: Association Française de Production Fourragères, 2007b. p.190-191.
- EMILE, J.C.; JOBIM, C.C.; SURAULT, F. et al. Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. **Animal**, v.1, n.8, p.1122-1125. 2007b.
- 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, n.9, p.1768-1771, 1961.
- FERGUSON, J.D.; GALLIGAN, D.T.; BLANCHARD, T. et al. Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. **Journal Dairy Science**, v.76, p. 3742-3746, 1993.
- FOLDAGER, J. **Protein requeriment and non protein nitrogen for high producing cow in early lactation**. 1977. 167f. Thesis (Ph.D. in Animal Science) - Michigan State University, East Lansing, 1977.
- GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments (with discussion). In: BERNARDO, J.M.; BERGER, J.O.; DAWID, A.P. et al. (Eds.). **Bayesian statistics 4**. Oxford: Oxford University Press, 1992. p.169-193.
- GODDEN, S.; WILSON, L.; BEY, R. et al. Evaluation of the Azotest; Strip as Recommended for the Estimation of Milk Urea Nitrogen Concentrations in Individual Cow, Milk Line and Bulk Tank Samples. **Bovine Practitioner**, v. 37, n. 1, p. 36-43, 2003.
- HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Op. Res.**, v. 31, p. 1109-1144, 1983.
- HUHTANEN, P.; RINNE, M.; NOUSIAINEN, J. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. **Animal**, v.1, p. 758-770, 2007.
- KHORASANI, G.R.; OKINE, E.K; KENNELLY, J.J. et al. Effect of whole crop cereal grain silage substituted for alfalfa silage on performance of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 76, p. 3536, 1993.
- KHORASANI, G.R.; KENNELLY, J.J. Optimizing cereal silage quality. **Western-Canadian-Dairy-Seminar**, v. 9, p. 249-272, 1997.
- LE GALL, A.; DELATTRE, J. C.; CABON, G. Les céréales immatures et la paille: une assurance pour les systèmes fourragers. **Fourrages**, v.156, p.557-572, 1998.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R.; ELY, L.O. A dynamic model of fiber digestion and passage in the ruminant for evaluating forage quality. **Journal of Animal Science**, v.49, p.1085-1095, 1979
- MURPHY, M.R.; DAVIS, C.L.; MCCOY, G.C. Factors affecting water consumption by Holstein cows in early lactation. **J. Dairy Sci.**, v.66, p.35-38, 1983.
- MUSTAFA, A.F; SEGUIN, P. Chemical Composition and In Vitro Digestibility of Whole-Crop Pea and Pea-Cereal Mixture Silages Grown in South-western Quebec. **Journal Agronomy & Crop Science**, v.190, p.416-421, 2004.
- NRC. **Nutrient requirement of dairy cattle**. 7<sup>th</sup> rev. ed. National Research Council, Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- R. DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2007. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>.

- REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P. et al. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 3., 2008, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2008. 241p.
- SALAWU, M.B.; ADESOGAN, A.T.; DEWHURST, R.J. Forage Intake, Meal Patterns, and Milk Production of Lactating Dairy Cows Fed Grass Silage or Pea-Wheat Bi-Crop Silages. **Journal Dairy Science**, v. 85, p.3035-3044, 2002.
- SCHIMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; SANTOS, M.C. et al. Comportamento ingestivo de bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar inoculadas com doses de *Lactobacillus buchneri* NCIMB 407888. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **System for Microsoft Windows**: Release 8.01. Cary: SAS Institute Inc., 2001. CD-ROM.
- STENN, R.W.J.; GORDON, F.J.; MAYNE, C.S. et al. Prediction of the intake of grass silage by cattle. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. (Eds.). **Recent developments in ruminant nutrition 4**. Nottingham: Nottingham University Press, 2002. p. 101-120.
- VALENTIM, J.F.; RUELKE, O.C.; PRINE, G.M. Evaluation of forage yield, quality and botanical composition of a dwarf elephantgrass-rhizoma peanut. **Soil and Crop Science Society of Flórida**, v. 47, p. 237-242, 1988.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VATANDOOST, M.; DANESH MESGARAN, M.; VALIZADEH, R. et al. Effect of whole crop silages (Triticale or barley) versus corn silage on performance of holstein lactating dairy cows. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.6, n.3, p. 344-348, 2007.

#### **IV – Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos e proteínas em silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas**

**RESUMO** - O objetivo desse trabalho foi avaliar a degradabilidade ruminal, e o fracionamento de carboidratos, assim como das frações nitrogenadas das silagens de triticale em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. Os tratamentos foram: silagem triticale (*X. Triticosecale* wittimack) (ST); silagem de triticale + ervilha forrageira (*Pisum arvense*) (STE); silagem de triticale + aveia (*Avena strigosa* Scheb) + ervilha forrageira + ervilhaca (*Vicia sativa*) (STAE). Foram utilizados três machos bovinos castrados da raça Holandesa, com peso vivo médio de 300 kg, portadores de cânula ruminal. Os tempos de incubação empregados tiveram a duração de 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 h. As frações *a*, *c* e a DE da MS da silagem STAE foram maiores (30,33, 0,026 e 45,45%) em relação às demais silagens. A fração *b* da MS da silagem ST foi maior (58,45%) em relação às silagens STE (45,36%) e STAE (44,37%). Na PB a silagem ST apresentou maior fração *a* (72,12%). Na fração potencialmente degradável (*b*) da PB não houve diferença entre tratamentos. A taxa de degradação (*c*) da PB foi maior para a silagem STE (0,063%) em relação à silagem ST (0,012%), porém esta foi semelhante à STAE (0,045%). A DE da PB foi melhor na silagem STE (77,71%). A silagem ST apresentou fração *a* e *b* da FDN maior (8,62 e 81,99%) em relação às outras silagens. A taxa de degradação (*c*) da FDN foi maior para STAE (0,027%). A DE da FDN não apresentou diferença entre tratamentos. A silagem ST apresentou os melhores valores dos carboidratos totais (83,97%) em relação às silagens STE (79,87%) e STAE (76,77%). As silagens STE e STAE apresentaram melhor degradabilidade da matéria seca e sugerem ser potencial fonte de proteína não-degradável no rúmen. A silagem exclusiva de triticale mostrou-se superior com relação à degradabilidade da fração fibrosa, apresentando também maior quantidade de carboidratos totais potencialmente degradáveis.

Palavras-chave: fibra, forragem conservada, nutrientes, rúmen

#### **IV – Ruminal degradability and carbohydrates and proteins fractioning of triticale silages in singular culture or in mixtures with oat and/or legumes**

**ABSTRACT** - It was aimed to evaluate the ruminal degradability, and the fractioning of carbohydrates, as well as of the nitrogen fractions of triticale silages in singular culture or in mixtures with oats and/or legumes. The treatments had been: triticale silage (*X. Triticosecale wittmack*) (ST); triticale silage + forage pea (*Pisum arvense*) (STE); triticale silage + oats (*Avena strigosa* Scheb) + forage pea + vetch (*Vicia sativa*) (STAE). Three castrated bovine Prim'Holstein males had been used, with average live weight of 300 kg, having ruminal cannulas. The incubation times had duration of 0, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. Fractions, *a*, *c* and ED of the DM of STAE silage was higher (30.33, 0.026 and 45.45%) than others silages. Fraction *b* of the DM of ST silage was higher (58.45%) than STE silages (45.36%) and STAE (44.37%). In CP the ST silage presented higher fraction (72.12%). For the potentially degradability fraction (*b*) of CP it was not observed difference among treatments. The degradation rate (*c*) of the CP was higher for STE silage (0.063%) than ST ensilage (0.012%), however this was similar to the STAE (0.045%). ED of CP was better for STE silage (77.71%). ST silage presented fraction *a* and *b* for NDF highest (8.62 and 81.99%) than others silages. The degradation rate (*c*) of NDF was higher for STAE (0.027%). ED for NDF did not present difference among treatments. ST silage presented the best values for the total carbohydrates (83.97%) than STE (79.87%) and STAE silages (76.77%). STE and STAE silages presented better DM degradability and suggest to be a potential source of non degradable protein in the rumen. The exclusive triticale silage revealed superior with regard to the degradability of fiber fraction, also presenting higher amount of total carbohydrates potentially degraded.

**Key Words:** conserved forage, fiber, nutrients, rumen

## Introdução

Estimativas confiáveis de degradabilidade no rúmen sejam elas de alimentos proteicos, energéticos ou forragens, são essenciais para aplicação de novos sistemas de predição de exigências em nutrição de ruminantes. Esses sistemas utilizam valores fixos de degradabilidade para cada tipo de alimento e não integram a possibilidade de variabilidade que possa existir entre esses. Consequentemente, estudos focados na predição da degradabilidade ou fatores que afetam a determinação dessas variações são de interesse, especialmente para os alimentos mais comumente utilizados (Repetto et al., 2003), assim como para alimentos de uso alternativo.

Os frequentes aumentos nos preços de grãos de cereais utilizados na alimentação dos animais domésticos têm despertado interesses pelo aproveitamento de alimentos conhecidos como “não convencionais”. O triticale (*X. Triticosecale wittmack*), que é um cereal oriundo do cruzamento do trigo (*Triticum* spp.) com o centeio (*Secale cereale*) (Baier et al. 1988), tem se apresentado como uma opção agrícola para o inverno, mostrando-se um substituto energético nas rações para alimentação animal, assim como em pastejo (Dias et al., 2007) ou mesmo forragem conservada na forma de silagem (Jobim & Emile, 1999).

A consorciação desse cereal com leguminosas visa, principalmente, à melhoria do valor nutritivo da forragem, além da presença da leguminosa na mistura beneficiar a qualidade da forragem e também diminuir os custos com adubação nitrogenada.

Pressupõe-se que a associação de gramínea com leguminosa melhoraria a degradação de matéria seca no rúmen e, portanto, aumentaria a energia disponível destes alimentos aos animais, pelo possível incremento na disponibilidade de nitrogênio aos microrganismos. Esse fato pode interferir diretamente na redução da suplementação energética (Damasceno et al., 2002).

A adequação dos nutrientes a serem supridos na alimentação é fator imprescindível no desempenho animal, ressaltando sempre a importância do crescimento microbiano para a nutrição dos ruminantes. O conhecimento das frações carboidrato e proteína são também muito importantes no aspecto nutricional, visto que é parte fundamental na formulação de dietas balanceadas (Bumbieris Junior et al., 2007), e o melhor sinergismo entre essas fontes pode maximizar o desempenho animal.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a degradabilidade ruminal, e o fracionamento de carboidratos, assim como das frações nitrogenadas das silagens de triticale em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Setor de Nutrição de Ruminantes da Fazenda Experimental de Iguatemi e no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal - LANA, ambos pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, com colaboração do INRA-França - Institut National de la Recherche Agronomique - na produção e confecção das silagens.

As silagens foram confeccionadas em silos, tipo bunker, com capacidade para cerca de 60 toneladas de silagem. A forragem foi colhida com ensiladeira automotriz John Deere<sup>®</sup>, modelo 5730 com plataforma de discos rotativos. Imediatamente depois de carregados e compactados, os silos foram vedados adequadamente com lona dupla face. Após 120 dias de armazenagem, os silos foram abertos para utilização. As amostragens foram realizadas a cada período de 21 dias de utilização das silagens.

Para o estudo de degradabilidade ruminal foram misturadas as silagens de cada amostragem, formando uma amostra composta, e para o fracionamento de carboidratos e frações nitrogenadas foram utilizadas as amostras correspondentes a cada período de utilização, sendo cada um desses de 21 dias.

As amostras das silagens foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 h para secagem. Os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) foram estimados segundo AOAC (1997). A determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), e lignina (LIG) foi obtida de acordo com Van Soest et al. (1991). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram dosados nos resíduos de FDN e FDA, respectivamente. Os teores proteicos foram calculados multiplicando-se os valores de NIDN e NIDA pelo fator 6,25. Os dados da composição química das silagens estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição química das silagens (valores em % da MS)

	Tratamentos		
	ST	STE	STAE
MS (%)	22,44	23,44	22,57
PB (%)	7,75	11,63	13,06
FDN (%)	68,60	58,52	56,39
FDA (%)	41,46	37,48	36,11
PIDN (%)	1,38	3,21	3,79
PIDA (%)	1,22	1,79	2,48
Lignina (%)	4,39	5,54	5,55

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Foram utilizados para o estudo de degradabilidade três bovinos machos castrados da raça Holandesa, com peso vivo médio de 300 kg, portadores de cânula ruminal. Os animais foram adaptados à alimentação durante sete dias antes da incubação ruminal, sendo alimentados duas vezes ao dia, às 8 e às 16 h. A dieta foi composta de silagem de milho, mais adição de concentrado à base de milho e farelo de soja, numa relação volumoso:concentrado de 80:20.

Os tratamentos testados foram: ST) Silagem triticale (*X. Triticosecale* wittimack); STE) Silagem de triticale + ervilha forrageira (*Pisum arvense*) e STAE) Silagem de triticale + aveia (*Avena strigosa* Schreb.) + ervilha forrageira + ervilhaca (*Vicia sativa*).

A degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN das silagens e suas respectivas taxas de degradação foram estimadas pela técnica “in situ” do saco de náilon. Sacos de náilon (ANKOM-BAR DIAMOND, INC., Parma Idaho – USA) foram utilizados para incubação ruminal. As dimensões dos sacos eram de 10 x 20 cm, com diâmetro de poros de 53 micra. Aproximadamente 5 gr de amostras, moídas a 2 mm (Vanzant et al., 1998) foram acondicionadas em cada saco, fechando-os e atando-os com elástico de borracha. Os sacos foram presos a uma barra cilíndrica de ferro (400 g) suspensa por um fio de náilon de 50 cm de comprimento, amarrado à tampa da cânula.

Os tempos de incubação empregados tiveram a duração de 0, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 h. Os sacos foram incubados todos numa mesma hora, sendo retirados nos tempos determinados. Após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente, congelados e posteriormente lavados em máquina de lavar, em cinco ciclos de 1 min cada (Vanzant

et al., 1998). Os sacos do tempo zero hora também foram lavados em máquina de lavar, em cinco ciclos de 1 min cada.

Após serem lavados, os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 h. A porcentagem de desaparecimento da MS, PB e FDN, por tempo de incubação, foi calculada pela proporção de alimento que restou nos sacos após a incubação ruminal.

Os dados de desaparecimento dos nutrientes foram ajustados por regressão não-linear que prediz a degradabilidade potencial ( $y = DP$ ) dos alimentos por meio do modelo proposto por Mehez & Orskov (1977).

A degradabilidade efetiva da MS, PB e FDN foi calculada por meio da equação descrita por Orskov & McDonald (1979), em que: degradabilidade efetiva =  $a + bc/(c + k)$ , sendo:  $k$  = taxa estimada da passagem de sólidos no rúmen, cujo valor foi fixado em 5% por hora (ARC, 1984);  $a$  = porção prontamente degradável no rúmen;  $b$  = fração insolúvel, mas potencialmente degradável;  $c$  = taxa constante de degradabilidade da fração  $b$ .

Martins et al. (2008) sugerem um procedimento Bayesiano na análise estatística dos dados de degradabilidade ruminal, portanto foi considerado que as observações seguem distribuição normal multivariada, já que as mesmas são correlacionadas no tempo, isto é,  $y_{ijk} \sim NMV(\mu_k, \Sigma_k)$ , em que  $\Sigma_k$  é a matriz de (co)variâncias. Nos parâmetros  $a$  e  $b$ , foram consideradas “a priori” distribuições normais não-informativas, isto é:  $a, b \sim N(0;103)$  e em  $c$ , uma distribuição Gamma também não-informativa restrita no intervalo (0,1), isto é:  $c \sim \text{Gama}(102; 103)I(0,1)$ . Na matriz  $\Sigma_k$  foi assumida uma distribuição Wishart Invertida, isto é,  $\Sigma_k \sim IW(R_k, J)$  com  $R_k = IJ = I8$  (matriz escala de ordem  $J = 8$ ). A obtenção das distribuições marginais “a posteriori” para os parâmetros, foi por meio do programa WinBUGS (Spiegelhalter et al., 1994 - versão 1.4.2, 2007).

Em todos os parâmetros, foram gerados 500.000 valores em um processo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), considerando um período de descarte amostral de 50.000 valores iniciais. A amostra final tomada com saltos de 200, isto é a cada 200 valores gerados foi tomado um para pertencer à amostra, contém 2.500 valores gerados. A convergência das cadeias foi verificada por meio do programa CODA (Best et al., 1995), pelos critérios de Geweke (1992) e de Heidelberger e Welch (1983).

Os valores de carboidratos totais (CHT) foram calculados pela equação:  $CHT = MO - (EE + PB)$ . Também foi determinado o fracionamento dos carboidratos, segundo Sniffen et al. (1992). No fracionamento das frações nitrogenadas das silagens foram utilizadas as metodologias propostas por Licitra et al. (1996).

Nas análises estatísticas do fracionamento de carboidratos e frações nitrogenadas, foi proposta uma análise Bayesiana, sendo considerado que as observações de cada um dos tratamentos seguem distribuição Normal:  $y_{ik} \sim N(\mu_k; \sigma_k)$ , com distribuições não-informativas para os hiperparâmetros  $\mu_k \sim N(0; 10^6)$  e  $\sigma_k \sim Gama(10^3; 10^3)$ , respectivamente, para a média e o desvio-padrão. A obtenção das distribuições marginais “a posteriori” para os parâmetros, foi por meio do pacote BRugs do programa R (R Development Core Team, 2007). Para cada parâmetro, foram gerados 30.000 valores em um processo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), considerando um período de descarte amostral de 1.000 valores iniciais. A amostra final tomada com saltos de tamanho 5, contém 6.000 valores gerados. A convergência das cadeias foi verificada por meio do pacote CODA (Best et al., 1995) do programa R, pelos critérios de Geweke (1992) e de Heidelberger & Welch (1983), e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## Resultados e Discussão

Na fração da matéria seca (MS) prontamente disponível no rúmen (*a*) (Tabela 2), a silagem STAE apresentou valores mais elevados ( $P < 0,05$ ), seguida da silagem STE e ST. Os valores obtidos na silagem STE estão de acordo com Haj-Ayed et al. (2000), em trabalho de degradabilidade com fenos de aveia+ervilha forrageira. A fração potencialmente degradável (*b*) a silagem ST apresentou valores superiores ( $P < 0,05$ ) às demais silagens. As silagens STE e STAE não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) para essa variável (Tabela 2).

Na taxa de degradação da fração *b* (*c*), a silagem STAE apresentou maior valor em relação às demais ( $P < 0,05$ ), decrescendo para silagens STE e ST. Isso ocorreu provavelmente pela presença das leguminosas na composição das silagens (27 e 34%, respectivamente, nas silagens STAE e STE), pela maior fração de conteúdo celular presente nas leguminosas. Grenet & Demarquilly (1987) também relataram maior taxa de degradação para forragens leguminosas ou com presença dessas, do que para forragens de gramíneas em plantio singular.

Tabela 2 - Estimativas Bayesianas (médias, desvios-padrão, mediana, e intervalos de credibilidade (P<sub>2,5%</sub> e P<sub>97,5%</sub>) nos parâmetros do modelo e da degradabilidade efetiva da matéria seca

Tratamentos	Parâmetros	Estimativas Bayesianas				
		Médias	Desvio-padrão	P <sub>2,5%</sub>	Medianas	P <sub>97,5%</sub>
ST		23,24 <sup>c</sup>	0,71	21,74	23,26	24,58
STE	<i>a</i>	27,83 <sup>b</sup>	0,98	25,99	27,82	29,85
STAE		30,33 <sup>a</sup>	0,71	28,91	30,33	31,73
ST		58,45 <sup>a</sup>	5,85	48,78	57,75	58,45
STE	<i>b</i>	45,36 <sup>b</sup>	2,17	41,96	45,14	45,36
STAE		44,37 <sup>b</sup>	1,49	41,57	44,32	44,37
ST		0,015 <sup>b</sup>	0,003	0,010	0,015	0,015
STE	<i>c</i>	0,024 <sup>b</sup>	0,004	0,016	0,024	0,024
STAE		0,026 <sup>a</sup>	0,002	0,022	0,026	0,026
ST		36,35 <sup>c</sup>	0,58	35,20	36,34	36,35
STE	DE	42,47 <sup>b</sup>	1,01	40,41	42,48	42,47
STAE		45,45 <sup>a</sup>	0,42	44,60	45,46	45,45

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, são estatisticamente diferentes.

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

A degradabilidade efetiva (DE) acompanhou o mesmo comportamento da taxa de degradação, ocorrendo maior (P<0,05) DE na silagem STAE, seguido por STE.

Com relação à cinética ruminal da PB, a silagem ST apresentou os maiores valores (P<0,05) para a fração prontamente disponível no rúmen (*a*) seguida por STE, e esta foi semelhante à STAE. Segundo Albrecht & Muck (1991), tal fato pode ser explicado pela presença de taninos nas leguminosas, logo, esse complexo proteína-tanino condensado é provavelmente menos degradado ou lentamente degradado no rúmen.

Mcallister et al. (2005) relataram que a ervilhaca apresentou condensação de taninos que prejudicou a digestão “in vitro” em relação a outras leguminosas, pelo efeito associativo das células às endoglucanases. Esse fato responde em partes, a menor disponibilidade da fração prontamente degradável no rúmen da proteína na silagem com presença de ervilhaca (STAE). Ainda, Khorasani et al. (1993) reportaram que silagens de

triticale e cevada, normalmente, apresentam maior proteína solúvel que os demais cereais, pela composição e estrutura dos grãos. Vatandoost et al. (2007) também encontraram valores de degradabilidade da PB equivalentes aos observados no presente estudo, em silagem de triticale, confirmando o comportamento desta no ambiente ruminal.

Na fração potencialmente degradável da PB, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) entre as silagens (Tabela 3). Na constante de degradação ( $c$ ), a silagem STE diferiu ( $P < 0,05$ ) de ST, porém manteve comportamento semelhante à STAE. Segundo Stern et al. (1997), a taxa de degradação e extensão da degradação da proteína no rúmen é muito importante, pois determina a disponibilidade de nitrogênio e aminoácidos para os microrganismos e aminoácidos passando para o duodeno, disponível ao metabolismo dos animais. A DE da PB foi maior ( $P < 0,05$ ) na silagem STE em relação às demais, corroborando com os valores encontrados por Haj-Ayed et al. (2000) em trabalho com feno de aveia + ervilha forrageira.

Tabela 3 - Estimativas Bayesianas (médias, desvios-padrão, mediana, e intervalos de credibilidade ( $P_{2,5\%}$  e  $P_{97,5\%}$ ) nos parâmetros do modelo e da degradabilidade efetiva da proteína bruta

Tratamentos	Parâmetros	Estimativas Bayesianas				
		Médias	Desvio-padrão	$P_{2,5\%}$	Medianas	$P_{97,5\%}$
ST	<i>a</i>	72,12 <sup>a</sup>	1,61	69,19	71,96	75,31
STE		68,93 <sup>ab</sup>	1,75	65,68	68,90	72,66
STAE		66,34 <sup>b</sup>	1,15	63,85	66,38	68,56
ST	<i>b</i>	14,69 <sup>a</sup>	21,34	-38,00	10,45	60,80
STE		16,33 <sup>a</sup>	3,10	13,32	16,10	19,41
STAE		18,55 <sup>a</sup>	1,18	16,25	18,51	21,06
ST	<i>c</i>	0,012 <sup>b</sup>	0,020	0,000	0,005	0,049
STE		0,063 <sup>a</sup>	0,020	0,026	0,063	0,104
STAE		0,045 <sup>ab</sup>	0,008	0,030	0,045	0,062
ST	DE	73,75 <sup>b</sup>	0,62	72,72	73,65	75,32
STE		77,71 <sup>a</sup>	0,80	76,08	77,71	79,34
STAE		75,08 <sup>b</sup>	0,38	74,25	75,09	75,83

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, são estatisticamente diferentes.

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

A degradabilidade da FDN da silagem ST apresentou maior ( $P<0,05$ ) fração prontamente degradável no rúmen em relação à STE. Porém, esses valores deveriam estar mais próximos de zero, o que evidencia ocorrência de perdas ou contaminação do material durante a incubação.

Também a fração potencialmente degradável foi superior ( $P<0,05$ ) na silagem de triticale em relação às demais silagens, em virtude de diferenças na composição químico-bromatológica (Van Soest, 1994), em relação às silagens STE e STAE, além da maior quantidade de carboidratos totais (83,97%) presentes na silagem de triticale (Tabela 4). No entanto, na taxa de degradação, a silagem STAE diferiu ( $P<0,05$ ) da silagem ST. Segundo Buxton & Redfearn (1997), as leguminosas geralmente apresentam taxa de digestão mais rápida da fração potencialmente digestível da FDN do que as gramíneas, porém essas apresentam maior porção de FDN potencialmente digestível. Ainda, Waldo et al. (1972) relataram que a lignificação tem efeito mais forte sobre a extensão da digestão dos componentes da parede celular do que sobre a taxa associada ao desaparecimento desses componentes.

Tabela 4 - Carboidratos totais (CHT), fracionamento de carboidratos (A+B1; B2; C) e frações nitrogenadas (A; B1; B2; B3; C) das silagens

Frações dos carboidratos	Tratamentos		
	ST	STE	STAE
CHT (%MS)	83,97 <sup>a</sup>	79,87 <sup>b</sup>	76,77 <sup>c</sup>
A+B1(%CHT)	32,58 <sup>b</sup>	44,27 <sup>a</sup>	46,80 <sup>a</sup>
B2 (%CHT)	56,90 <sup>a</sup>	42,35 <sup>b</sup>	39,68 <sup>b</sup>
C (%CHT)	10,55 <sup>b</sup>	13,32 <sup>a</sup>	13,31 <sup>ab</sup>
Frações nitrogenadas	Tratamentos		
	ST	STE	STAE
A (%PB)	58,96 <sup>a</sup>	57,55 <sup>ab</sup>	51,40 <sup>b</sup>
B1 (%PB)	3,41 <sup>a</sup>	2,39 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>
B2 (%PB)	19,84 <sup>a</sup>	12,28 <sup>b</sup>	17,01 <sup>a</sup>
B3 (%PB)	2,03 <sup>b</sup>	12,23 <sup>a</sup>	9,91 <sup>a</sup>
C (%PB)	15,81 <sup>a</sup>	15,40 <sup>a</sup>	19,03 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey ( $P<5\%$ ).

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

No tocante a DE da FDN, não foi observado efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre tratamentos (Tabela 5). Em estudo de degradabilidade da forragem de cereais, Coblenz et al. (2000) encontraram valores semelhantes da DE da silagem de aveia e de trigo, confirmando o mesmo comportamento dessas gramíneas em relação ao triticale. Resultados semelhantes aos das silagens STE e STAE foram relatados por Guedes et al. (2008) na silagem de aveia+ervilhaca nas primeiras 48 h de incubação.

Tabela 5 - Estimativas Bayesianas (médias, desvios-padrão, mediana, e intervalos de credibilidade ( $P_{2,5\%}$  e  $P_{97,5\%}$ ) nos parâmetros do modelo e da degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro.

Tratamentos	Parâmetros	Estimativas Bayesianas				
		Médias	Desvio-padrão	$P_{2,5\%}$	Medianas	$P_{97,5\%}$
ST		8,62 <sup>a</sup>	0,61	7,26	8,66	9,72
STE	<i>a</i>	4,18 <sup>b</sup>	1,85	0,62	4,20	7,91
STAE		4,99 <sup>ab</sup>	1,85	1,33	4,99	8,66
ST		81,99 <sup>a</sup>	5,59	72,05	81,75	94,36
STE	<i>b</i>	64,07 <sup>b</sup>	4,70	57,32	63,37	75,81
STAE		59,90 <sup>b</sup>	3,94	52,16	59,81	67,90
ST		0,013 <sup>b</sup>	0,002	0,010	0,012	0,016
STE	<i>c</i>	0,019 <sup>ab</sup>	0,004	0,012	0,019	0,027
STAE		0,027 <sup>a</sup>	0,004	0,019	0,027	0,036
ST		24,87 <sup>a</sup>	0,39	24,19	24,86	25,70
STE	DE	21,73 <sup>a</sup>	1,65	18,51	21,69	25,11
STAE		25,79 <sup>a</sup>	1,28	23,14	25,81	28,34

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, são estatisticamente diferentes.

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Dados de outros trabalhos semelhantes são limitados em estudos com as mesmas espécies e tratamentos utilizados no presente trabalho. No entanto, os resultados obtidos por Khorasani et al. (1993); Haj-Ayed et al. (2000); Coblenz et al. (2000) e Vatandoost et al. (2007) mostram coerência com os valores obtidos nesse estudo para o comportamento das variáveis estudadas nos tempos de incubação.

A silagem ST apresentou maior valor ( $P<0,05$ ) para CHT em relação às silagens STE e STAE (Tabela 4). Isso pode ser explicado pela maior presença de carboidratos estruturais (FDN) na silagem ST (68,60%). Ferolla et al. (2008), estudando a composição química e o fracionamento de carboidratos de cereais de inverno, encontraram valores semelhantes (81% de CHT) aos obtidos nesse estudo na silagem ST.

Na fração rapidamente degradável dos carboidratos (A + B1), as silagens STE e STAE apresentaram superioridade ( $P<0,05$ ) em relação à silagem ST, visto a maior quantidade de material intracelular presente nas leguminosas. A fração potencialmente degradável dos carboidratos (B2) na silagem ST apresentou resultados mais elevados ( $P<0,05$ ) em virtude da maior potencial de degradação da fibra das gramíneas e relação às leguminosas (Buxton & Redfearn, 1997). A fração dos carboidratos não-degradável (C) foi maior ( $P<0,05$ ) para a silagem STE, e os menores valores foram verificados para a silagem ST, que foram semelhantes à silagem STAE. Esse fato pode ser justificado pela relação lignina/FDN, em que se detecta menor relação nas gramíneas, que apresentam altas concentrações de FDN, porém nas diferentes partes da planta, diferentemente das leguminosas, que têm maior concentração de FDN e lignina nos caules, possibilitando maior complexação entre esses componentes. Resultados de Ferolla et al. (2008) confirmam o mesmo comportamento nessas frações (B2 e C) no triticale.

No fracionamento da proteína, a silagem ST apresentou a maior ( $P<0,05$ ) fração solúvel, seguida da silagem STE. Essa característica também tem sido observada em outros trabalhos com triticale. Segundo Khorasani et al. (1993), o triticale apresenta níveis de proteína solúvel mais altos em relação à cevada, aveia e alfafa. Waldo & Jorgensen (1981) também sugeriram que leguminosas possuem mais proteína não-degradável no rúmen do que gramíneas. Para a fração de degradação intermediária (B1) não houve diferença entre as silagens.

A fração de lenta degradação das proteínas (B2) das silagens ST e STAE foram maiores em relação à silagem STE (Tabela 4). Já na fração B3, as silagens STE e STAE apresentaram os maiores valores. Segundo Krishnamoorthy et al. (1983), essa fração é lentamente degradada no rúmen, pois é associada com a parede celular, mostrando que uma considerável parte da proteína das leguminosas está ligada a esta. A semelhança entre os tratamentos na fração c das proteínas é descrita, segundo Krishnamoorthy et al. (1983), como resultado da proteína associada à lignina; complexo proteína-taninos e produtos da reação de Maillard, os quais são altamente resistentes a enzimas

microbianas e de mamíferos. Esses mesmos autores também relataram que, essa fração não pode ser degradada por bactérias no rúmen e não provê aminoácidos para a digestão pós-ruminal. Isso mostra que, uma expressiva parte da proteína das silagens não é aproveitada para o crescimento microbiano ou mesmo como fonte de proteína verdadeira no trato digestório pós-rúmen.

### **Conclusões**

As silagens STE e STAE apresentam melhor degradabilidade da matéria seca e sugerem ser uma potencial fonte de proteína não-degradável no rúmen. A silagem exclusiva de triticales mostra-se superior com relação à degradabilidade da fração fibrosa, apresentando também maior quantidade de carboidratos totais potencialmente degradáveis.

### Literatura Citada

- ARC-Agriculture Research Council. **The nutrient requirements of ruminant livestock, supplement 1 - protein**. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984.
- ALBRECHT, K. A.; MUCK, R. E. Proteolysis in ensiled forage legumes that vary in tannin concentration. **Crop Science**, v. 31, p. 464-469, 1991.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis**. 16<sup>th</sup> ed., 3<sup>rd</sup> Revision, Washington, D.C.: 1997. method 991.36.
- BAIER, A.C.; SOUZA, P.G.; BOLDT, A.F. **Potencial do Triticale no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Uepae, 1988. p.7-17. (Comunicado Técnico).
- BEST, N.G.; COWLES, M.K.; VINES, K. **CODA: convergence diagnostics and output analysis software for Gibbs sampler output**. Cambridge: University of Nebraska Medical Center, 1995.
- BUMBIERIS JUNIOR, V.H.; DIAS, F.J.; KAZAMA, R. et al. Degradabilidade ruminal e fracionamento de carboidratos de silagens de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.) com diferentes aditivos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.4, p.761-772, 2007.
- BUXTON, D.R.; REDFEARN, D.D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **Journal of Nutrition**, v.127, p.814S-818S, 1997.
- COBLENTZ, W.K.; COFFEY, K.P.; TURNER, J. E. Effect of Maturity on Degradation Kinetics of Sod-Seeded Cereal Grain Forage Grown in Northern Arkansas. **Journal Dairy Science**, v.83, p.2499-2511, 2000
- DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T.; CÔRTEZ, C. et al. Aspectos da alimentação da vaca leiteira. In: SUL-LEITE SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUARIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 2002, Toledo. **Anais...** Toledo: UEM, 2002. CD-ROM.
- DIAS, F.J.; EMILE, J.C.; AL RIFAI, M. et al. Paturer du triticale en fin d'hiver pour économiser de l'eau. In: JOURNÉES DE L'AFPF, 2007, Paris. **Actes...** Paris: Association Française pour la Production Fourragère, 2007. p. 194-195,
- FEROLLA, F.S.; VÁSQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C. et al. Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteínas de aveia-preta e triticale sob corte e pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.197-204, 2008.
- GEWEKE, J. Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments (with discussion). In: BERNARDO, J.M.; BERGER, J.O.; DAWID, A.P. et al. (Eds.). **Bayesian statistics 4**. Oxford: Oxford University Press, 1992. p.169-193.
- GRENET, E.; DEMARQUILLY, C. Rappels sur la digestion des fourrages dans le rumen (parois) et ses conséquences. In: DEMARQUILLY, C. (Ed.). **Les fourrages fecs: récolte, traitement, utilisation**. Paris : INRA, 1987. p. 141-162.
- GUEDES, C.M.; RODRIGUES, M.A.M.; ALA, L.F. et al. The effect of urea addition on the preservation of low dry matter oat-vetch silages. **Livestock Research for Rural Development**, v. 20, n. 8, 2008.
- HAJ-AYED, M.; GONZÁLEZ, J.; CABALLERO, R. et al. Nutritive value of on-farm common vetch-oat hays. II. Ruminant degradability of dry matter and crude protein. **Annales de Zootecnie**, v. 49, p.391-398, 2000.
- HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. **Op. Res.**, v. 31, p.1109-1144, 1983.

- JOBIM C.C.; EMILE J.C. Systèmes d'utilisation des céréales d'hiver pour l'alimentation des animaux au Brésil. **Fourrages**, v.159, p.259-267, 1999.
- KHORASANI, G.R.; OKINE, E.K.; KENNELLY, J.J. et al. Effect of whole crop cereal grain silage substituted for alfalfa silage on performance of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.76, p. 3536, 1993.
- KRISHNAMOORTHY, U.C.; SNIFFEN, C.J.; STERN, M.D. et al. Evaluation of a mathematical model of digesta and in-vitro simulation of rumen proteolysis to estimate the rumen undegraded nitrogen content of feedstuffs. **Britannic Journal Nutrition**, v.50, p.555, 1983.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MARTINS, E.N.; ROSSI, R.M.; GUEDES, T.A. et al. Metodologia Bayesiana para comparação de parâmetros de modelos de regressão: uma aplicação a dados de degradabilidade ruminal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., Lavras. **Anais ...** Lavras: UFLA, 2008
- MCALLISTER, T.A.; MARTINEZ, T.; HEE DONG, B. Characterization of condensed tannins purified from legume forages: Chromophore production, protein precipitation, and inhibitory effects on cellulose digestion. **Journal of chemical ecology**, v.31, n.9, p. 2049-2068, 2005.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.88, n.1, p.6450-6550, 1977.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, n.2, p.499-504, 1979.
- PAULINO, C.D.; TURKUMAN, A.A.; MURTEIRA, B. **Estatística Bayesiana**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003. 446p.
- REPETTO, J.L.; GONZÁLEZ, J.; CAJARVILLE, C. et al. Relationship between ruminal degradability and chemical composition of dehydrated lucerne. **Animal Research**, v.52, p.27-36, 2003.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SPIEGELHALTER, D.J.; THOMAS, A.; BEST, N.G. et al. **BUGS: Bayesian inference using gibbs sampling**. Cambridge: MRC Bioestatistics Unit., 1994.
- STERN, M.D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. **Journal Animal Science**, v.75, p.2256-2276, 1997.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C.; TITGEMEYER, E.C. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2717-2729, 1998.
- VATANDOOST, M.; DANESH MESGARAN, M.; VALIZADEH, R. et al. Effect of whole crop silages (Triticale or barley) versus corn silage on performance of holstein lactating dairy cows. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.6, n.3, p.344-348, 2007.

- WALDO, D.R.; JORGENSEN, N.A. Forage for high animal production: nutritional factors and effects of conservation. **Journal Dairy Science**, v.64, p.1207, 1981.
- WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.

## V – Estabilidade aeróbia de silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar a estabilidade aeróbia e as perdas durante o processo de fermentação de silagens de triticale em cultivo singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas. As culturas utilizadas para produção das silagens foram o triticale (ST) (*X. Triticosecale. wittimack*), triticale em consórcio com ervilha forrageira (*Pisum arvense*) (STE) e triticale em consórcio com aveia (*Avena strigosa* Schreb), ervilha forrageira e ervilhaca (*Vicia sativa*) (STAE). As variáveis avaliadas foram: teor de matéria seca (MS), capacidade tampão (CT), condutividade elétrica (CE), recuperação de matéria seca (RMS), massa específica (ME), pH, e estabilidade aeróbia das silagens. As variáveis MS e RMS não apresentaram diferença entre tratamentos. A CT mostrou-se maior para a silagem STAE (88,67 m eq. NaOH/100 g de MS) seguida da STE (80,80 m eq. NaOH/100 g de MS). Já com relação à CE, as silagens STAE e STE apresentaram os maiores valores (1284 e 1060,33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). A silagem STAE apresentou os maiores valores de ME (135,27 kg MS/m<sup>3</sup>) na área superior do silo seguido de STE (124,87 kg MS/m<sup>3</sup>). Para a área medial e inferior dos silos, a silagem STE apresentou as mais altas ME (170,58 e 187,62 kg MS/m<sup>3</sup>) seguidas de STAE (142,11 e 169,32 kg MS/m<sup>3</sup>), que por sua vez foi semelhante a ST (108,63 e 111,25 kg MS/m<sup>3</sup>). A silagem ST apresentou as menores temperaturas observadas nos silos, e as silagens STE e STAE apresentaram maior retenção de calor. A silagem STAE apresentou pico máximo de temperatura anterior às demais silagens, sendo também a temperatura máxima mais elevada. As silagens STE e STAE apresentaram valores de pH mais elevados em relação a ST. Com relação às rações totais, essas se apresentaram estáveis, não alterando abruptamente os valores de temperatura e de pH durante o período de avaliação. A silagem STAE apresentou menor estabilidade aeróbia, o que é evidenciado pela termografia no painel do silo, sem, no entanto reduzir a estabilidade aeróbia da ração total. A RMS durante a armazenagem e na avaliação da estabilidade em aerobiose foi semelhante para as silagens. A RMS da ração total é considerada baixa para todas as silagens, no entanto a silagem STAE apresentou os melhores resultados.

Palavras-chave: conservação de forragens, deterioração aeróbia, ração total, silagem

## V - Aerobic stability of triticale silage in singular culture or in mixtures with oat and/or legumes

**ABSTRACT** - It was aimed to evaluate the aerobic stability and the losses in the fermentation process of triticale silages in singular culture or in mixtures with oats and/or legumes. The cultures used for silages production had been triticale (ST) (*X. Triticosecale. wittimack*), triticale mixed with forage pea (*Pisum arvense*) (STE) and triticale mixed with oats (*Avena strigosa* Schreb), forage pea and vetch (*Vicia sativa*) (STAE). The evaluated variable had been; dry matter (DM), buffer capacity (BC), electric conductivity (EC), dry matter recovery (DMR), specific mass (EM), pH, and aerobic stability of silages. The variable DM and DMR did not presented difference between treatments. The BC was higher for STAE silage (88.67 m eq. NaOH/100 g of DM) followed by STE (80.80 m eq. NaOH/100 g of DM). For EC, STAE and STE silages presented the highest values (1284 and 1060.33  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). STAE silage presented the highest values for EM (135.27 kg MS/m<sup>3</sup>) in the silo top area followed by STE (124.87 kg MS/m<sup>3</sup>). For the average and lower area of silo, STE silage presented highest EM (170.58 and 187.62 kg DM/m<sup>3</sup>) followed by STAE (142.11 and 169.32 kg DM/m<sup>3</sup>), that in turn was similar to the ST (108.63 and 111.25 kg DM/m<sup>3</sup>). ST silage presented the lowest temperatures observed in the silos, being that STE and STAE silages presented a higher heat retention. STAE silage presented maximum temperature peak previously compared to other silages, being also the highest temperature. STE and STAE silages presented higher values of pH to the ST. With regard to the total rations, these presented steady, not modifying abruptly the temperature values and pH during the period of evaluation. STAE silage presented lower aerobic stability, what it is evidenced by the thermograph in the silo surface, without, however to reduce the aerobic stability of the total ration. The DMR during the storage and in the aerobic stability evaluation was similar for the silages. The DMR of the total ration is considered low for all silages however STAE silage presented the best results.

Key Words: aerobic deterioration, forage conservation, silage, total ration

## Introdução

Apesar de o processo de ensilagem ser conhecido há séculos, muitas questões relacionadas ao manejo do silo pós-abertura resistem até a atualidade e são motivos de pesquisas mais específicas em todo o mundo.

A deterioração aeróbia da silagem, fenômeno decorrente da penetração de ar no silo, é um dos principais empecilhos no processo de conservação das silagens. O oxigênio pode penetrar na massa mesmo quando o silo se encontra fechado, mas, sobretudo durante a fase de desabastecimento e fornecimento da silagem aos animais (Bernardes et al., 2005). Segundo Pahlow et al. (2003), a presença de oxigênio no painel do silo, assim como seu avanço para as camadas internas, favorece a multiplicação de microrganismos aeróbios que consomem compostos gerados no processo de fermentação, deteriorando a silagem.

Alguns autores (Muck et al., 2003; Amaral et al., 2007) têm proposto que a alta massa específica da forragem ensilada promove redução significativa do oxigênio presente no material e garantem condições de anaerobiose favorável ao processo de fermentação. Fatores ligados à boa massa específica do material ensilado como pressão de compactação, tamanho de partícula e teor de matéria seca é relatado por Jobim et al. (2007), como imprescindíveis para diminuição das perdas geradas por deterioração aeróbia da silagem.

Outros fatores, como temperatura ambiente, espessura da lona de cobertura do silo e manejo do silo, contribuem para minimizar as perdas por deterioração aeróbia. Segundo Pahlow et al. (2003), temperaturas ambiente mais elevadas contribuem para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Kuzin & Savoie (2001) relataram que as lonas utilizadas para cobertura do silo apresentam permeabilidade ao oxigênio, e essa é relativamente aumentada em temperaturas ambiente mais elevadas, causando maiores perdas principalmente em áreas periféricas do silo. No entanto, um fator determinante para menor deterioração aeróbia, é o correto dimensionamento e manejo de descarregamento do silo, fatores totalmente inerentes ao processo de utilização que podem fazer grande diferença na magnitude das perdas totais no final da utilização da silagem.

Com a inclusão de ingredientes da ração total à silagem, há uma expectativa de alteração da temperatura na fase de exposição aeróbia, em razão dos maiores teores de nutrientes para os microrganismos deterioradores (Bernardes et al., 2007), no entanto,

esse possível aumento de temperatura também está correlacionado com fatores extrínsecos ao processo fermentativo, como tempo de exposição da silagem ao ar e temperatura ambiente.

Diante do exposto, os objetivos desse trabalho foram avaliar a estabilidade aeróbia e a recuperação de matéria seca das rações totais e das silagens de triticale cultivadas em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas.

### **Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no INRA – Institut National de la Recherche Agronomique, na Unidade Experimental Forragens e Meio Ambiente (UEFE), localizada em Lusignan, Departamento de Vienne, França, com coordenadas 42°65' Leste e 15°82' Norte.

As culturas para produção das silagens foram: triticale (ST) (*X. Triticosecale wittmack*), triticale em consórcio com ervilha forrageira (*Pisum arvense*) (STE) e triticale em consórcio com aveia (*Avena strigosa* Schreb), ervilha forrageira e ervilhaca (*Vicia sativa*) (STAE). Cada uma das culturas foi cultivada numa área de aproximadamente 3 ha, sendo utilizadas as variedades Grandval<sup>®</sup>, Fringante<sup>®</sup>, Pepite<sup>®</sup> e Assas<sup>®</sup>, respectivamente para o triticale, aveia, ervilha forrageira e ervilhaca.

Para o estabelecimento do triticale exclusivo foram utilizadas 220 sementes por m<sup>2</sup>, e para a leguminosa ervilha forrageira e ervilhaca utilizaram-se 20 e 17 sementes por m<sup>2</sup> respectivamente. Já na mistura das quatro espécies, as gramíneas foram semeadas com 110 sementes por m<sup>2</sup>. O triticale exclusivo recebeu 80 kg/ha de adubo nitrogenado na forma de nitrato de amônio em uma só aplicação, enquanto as demais culturas em consórcio com leguminosas foram isentas da aplicação de nitrogênio. Todas as culturas foram isentas da aplicação de agroquímicos e de outros adubos químicos, assim como de irrigação.

As culturas foram plantadas na transição outono – inverno de 2006 e colhidas na primavera de 2007, quando os grãos das gramíneas se encontravam em estágio pastoso-farináceo. Antes da colheita das forragens foram realizadas cinco amostragens de 1 m<sup>2</sup> em cada uma das culturas, para avaliação da frequência de aparecimento de cada espécie. As espécies foram separadas manualmente e pesadas, após foram secas em estufa a 80°C por 48 h para cálculo da frequência de cada espécie. A frequência das espécies está apresentada na Figura 1.

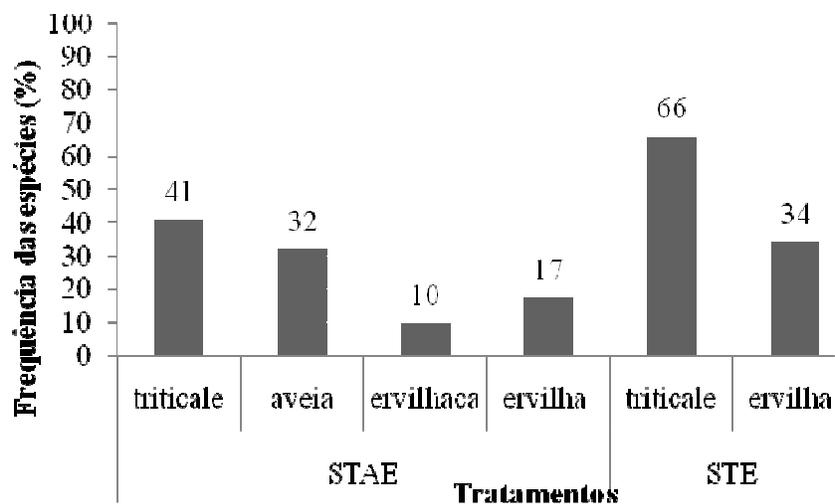


Figura 1 - Frequência das espécies no momento da ensilagem.

STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira

As silagens foram confeccionadas em silos, tipo bunker, com capacidade para cerca de 60 toneladas de silagem. A forragem foi colhida com ensiladeira automotriz John Deere®, modelo 5730, com plataforma de discos rotativos. Imediatamente depois de carregados e compactados, os silos foram vedados adequadamente com lona de dupla face. Após 120 dias de armazenagem, os silos foram abertos para as avaliações e alimentação animal.

Os dados de temperatura e precipitação durante o período de avaliação das silagens são apresentados na Figura 2.

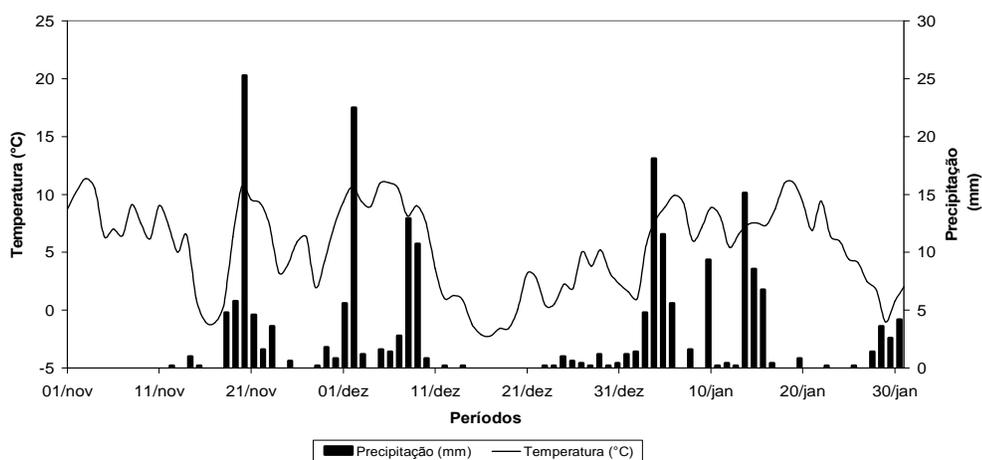


Figura 2 - Valores de temperatura e precipitação durante o período experimental (Inverno 2007/2008 Institut National de la Recherche, Lusignan – França).

O tamanho de partículas das silagens foi determinado, segundo técnica modificada de Melcion (2000), em que, com auxílio de um separador de partículas, modelo AS200 digit-Retsch<sup>®</sup>, no qual, uma amostra de 30 g de silagem seca em estufa a 55°C durante 72 h foi colocada no alto de um empilhamento de sete peneiras, dispostas em ordem decrescente (19,0; 8,0; 4,0; 3,6; 2,8; 1,8 e < 1,8 mm), e submetidas a movimentos vibratórios de intensidade de 40 nm (nanômetros) durante 5 min. As frações retidas de cada peneira foram pesadas com objetivo de determinar a distribuição granulométrica. Cinco repetições foram realizadas para cada tratamento.

Durante o período de alimentação dos animais foi realizado o registro de temperatura nos painéis dos silos para identificar as principais regiões com aquecimento pela atividade microbiana. As temperaturas foram medidas no painel dos silos em três alturas distintas (40, 80 e 120 cm) em relação ao solo, sendo a altura do silo de 160 cm. Em cada altura foram medidos cinco pontos fixos, sendo repetidos durante 10 dias consecutivos, duas vezes ao dia (às 10 e às 16), no período de 26 de novembro a 5 de dezembro de 2007, e a retirada da silagem era feita somente uma vez ao dia (8 h). As temperaturas foram medidas com o termômetro digital Checktemp<sup>®</sup>, modelo 1, a uma profundidade de 10 cm. Os dados obtidos foram lançados em planilha do programa Microsoft Office Excel 2007 e, posteriormente, produzidas imagens com escala calorimétrica utilizando-se o software Surfer 7.0.

A condutividade elétrica (CE) das silagens foi medida a cada 21 dias, durante a utilização, segundo metodologia de Kraus et al. (1997). Também foram realizadas análises da capacidade tampão das silagens, segundo Playne & McDonald (1966).

Nas estimativas de perdas, foram utilizados nove sacos de polietileno, de malha fina, contendo aproximadamente 5 kg de forragem, distribuídos no interior de cada silo durante a ensilagem. Os sacos foram dispostos de três em três, nas camadas superior, medial e inferior dos silos, precisamente no meio de cada silo. Os sacos foram removidos durante o descarregamento dos silos e, imediatamente após a remoção, foram pesados para cálculo da recuperação da MS, segundo a equação descrita por Jobim et al. (2007):

$$RMSs = 100 - \left[ \frac{(MFSe \times MSSe) - (MFSr - MSSr)}{MFSe \times MSSe} \times 100 \right]$$

em que: RMSs = Recuperação de matéria seca no saco (%); MFSe = Massa de forragem fresca no saco na ensilagem (kg); MSSe = Teor de MS da forragem na ensilagem (%); MFSr = Massa de forragem fresca no saco recuperado (kg); MSSe = Teor de MS da forragem no saco recuperado (%).

A determinação da massa específica (ME) da silagem nas diferentes alturas em que estavam sendo medidas as temperaturas, utilizou-se um cilindro inoxidável com 5 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento, com borda cortante serrilhada para melhor corte da silagem. Esse cilindro era acoplado a uma furadeira manual elétrica (Bosch® 7500 W) que perfurava o painel do silo nos pontos determinados. Cada profundidade do cilindro era anotada para posterior cálculo do volume e ME no referido ponto. Três pontos em cada altura foram mensurados em cada uma das silagens.

Também foram analisados alguns parâmetros relativos à qualidade fermentativa das silagens, e que têm relação direta ou indireta sobre a recuperação de MS e sobre a estabilidade em aerobiose (Tabela 1).

Tabela 1 - Qualidade de fermentação das silagens de triticales em plantio singular ou em misturas com aveia e/ou leguminosas

Qualidade Fermentativa			
	ST	STE	STAE
Fração N			
Nitrogênio solúvel/N Total (%de N Total)	69,1	61,1	62,8
N-NH <sub>3</sub> /N Total (%de N Total)	9,73	11,4	14,8
Álcoois			
Metanol (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	1,08
Etanol (g/kg de MS)	46,06	16,65	7,24
N-Propanol (g/kg de MS)	5,82	0,95	0,84
N-Butanol (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ácidos orgânicos			
Ácido lático (L+D) (g/kg de MS)	51,4	82,4	72,8
Ácido acético (g/kg de MS)	49,18	27,9	46,98
Ácidos propiônico (g/kg de MS)	4,23	1,33	1,32
Ácido Iso-butírico (g/kg de MS)	< 0,5	0,47	< 0,5
Ácido N-butírico (g/kg de MS)	< 0,5	0,76	< 0,5
Ácido Iso-valérico (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Ácido N-valérico (g/kg de MS)	< 0,5	< 0,5	< 0,5

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Como as silagens eram destinadas a vacas em lactação, sendo misturas ao concentrado para fornecimento, um segundo experimento foi realizado, com objetivo de mensurar as temperaturas e valores de pH das silagens e da ração total, assim como a recuperação de matéria seca após o período de exposição aeróbia. Para tanto, foram utilizadas caixas plásticas com capacidade de 6 kg de silagem, sendo utilizadas três repetições em cada tratamento. As caixas com as silagens foram mantidas em galpão fechado, porém em ambiente não-controlado. Um segundo conjunto de caixas foi submetido às mesmas condições para avaliação do pH diariamente durante o período de mensuração das temperaturas.

Os valores de pH foram obtidos, segundo Cherney & Cherney (2003), com base na diluição de 50 gr de silagem fresca em 125 mL de água destilada e leitura do pH após 1 h de repouso. As rações totais foram calculadas para uma relação volumoso concentrado de 60:40. As temperaturas foram medidas com termômetro digital Checktemp<sup>®</sup> modelo 1, duas vezes ao dia, sempre posicionado no centro das caixas. As silagens foram avaliadas durante oito dias de exposição ao ambiente aeróbio e as rações totais durante três dias.

A recuperação de MS (RMS), em aerobiose ao final de oito dias de exposição ao ar das silagens e três dias de exposição ao ar das rações totais, foi obtida de acordo com a seguinte equação:  $RMS = (MF \text{ final} \times MS \text{ final}) / (MF \text{ inicial} \times MS \text{ inicial}) * 100$  em que: RMS = índice de recuperação de matéria seca; MF final = massa de forragem final; MS final = teor de MS final; MF inicial = massa de forragem inicial; MS inicial = teor de MS inicial.

Para obtenção das equações de regressão, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com três repetições utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas, em que os fatores das parcelas foram os tratamentos e o fator atribuído à subparcela, o tempo de exposição ao ar. Nas demais análises estatísticas (MS, CT, CE, ME e RMS), foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram analisados pelo programa de análises estatísticas SAS (SAS, 2001), pelo procedimento GLM, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## **Resultados e Discussão**

As variáveis matéria seca (MS) e recuperação de matéria seca (RMS) não apresentaram diferença entre as silagens avaliadas (Tabela 2), no entanto pode-se correlacionar as baixas percentagens de RMS aos baixos teores de MS (média de

23,53%) das silagens. Normalmente, perdas por lixiviação são observadas quando teores de MS das silagens estão abaixo de 28% (McDonald et al., 1991) o que justifica em parte esses baixos valores para RMS.

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), recuperação de matéria seca (RMS), capacidade tampão (CT) e condutividade elétrica (CE) das silagens

Variáveis	ST	STE	STAE	Média	CV%
MS (%)	23,20	24,17	23,23	23,53	4,48
RMS (%)	84,60	84,76	82,57	83,98	4,31
CT (m.eq NaOH/100 g MS)	71,93c	80,80b	88,67a	80,50	2,28
CE ( $\mu$ S/cm)	669,00b	1060,33a	1284,00a	1004,44	9,85

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (P<5%).

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

A capacidade tampão (CT) mostrou-se maior na silagem STAE seguida da STE, em virtude da presença de leguminosas nessas silagens (Figura 1). A presença dessas nas silagens (27 e 34%, respectivamente, nas silagens STAE e STE) é um fator determinante da elevação da CT do material ensilado, pela composição química das leguminosas. Segundo McDonald et al. (1991), a CT é estabelecida pela combinação de ácidos orgânicos, sais e proteínas presentes nas culturas. Lin et al. (1992) encontraram valores de CT na silagem de alfafa em torno de 40 m. eq NaOH/100g MS, no entanto essas silagens apresentavam teores de MS em torno de 32%, favorável à ensilagem e ao abaixamento natural da CT da cultura.

Já com relação à condutividade elétrica (CE), as silagens STAE e STE apresentaram os maiores valores. Isso pode ser em virtude da maior concentração de substâncias solúveis nas folhas das leguminosas, manifestando, portanto em maior concentração de íons livres com o rompimento da parede celular no processo de fermentação ou efeito mecânico no ato da ensilagem dessas culturas. Castro et al. (2006) apresentaram resultados de maior lise celular nas silagens pré-secadas de Tifton 85 com teores de MS mais elevados (55 e 65% de MS), apresentando CE entre 1096 e 1032  $\mu$ S/cm, no entanto com teores de MS de 25% os valores são coerentes aos encontrados nesse estudo (871  $\mu$ S/cm) para a silagem ST.

Com relação ao tamanho de partículas (Figura 3), todas as silagens apresentaram frequência (% de massa) adequada para um bom tamanho de partícula no tocante ao aspecto da compactação das silagens.

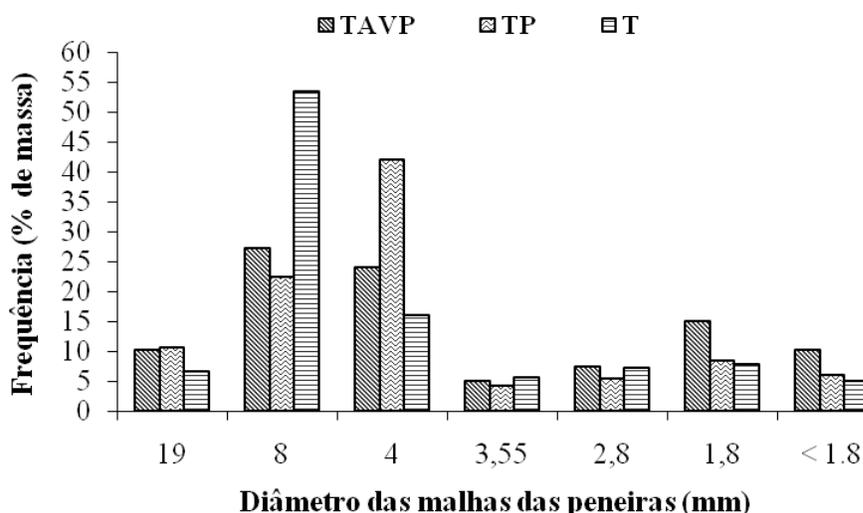


Figura 3 - Frequência do tamanho de partículas das silagens.

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

No entanto, a silagem ST apresentou maior frequência no diâmetro de malha de 8 mm (53,3%), e no diâmetro de malha de 4 mm a silagem STE apresentou maior frequência em relação às demais silagens (42%). Nas demais malhas, a frequência entre as silagens se assemelha, não havendo discrepância entre os tratamentos.

No tocante à massa específica (ME), a silagem STAE apresentou os maiores valores na área superior do silo seguido da silagem STE, que apresentou valores semelhantes a ST apesar do alto coeficiente de variação (Tabela 3). Provavelmente, isso acontece em virtude dos maiores tamanhos de partícula observados nestas silagens, contribuindo negativamente para menor ME na área superior do silo.

Tabela 3 - Massa específica (ME) das silagens nas áreas superior (120 cm), medial (80 cm) e inferior (40 cm) dos silos

Variáveis	Tratamentos			
	ST	STE	STAE	CV%
ME Superior (kg de MS/m <sup>3</sup> )	81,30 <sup>b</sup>	124,87 <sup>ab</sup>	135,27 <sup>a</sup>	18,50
ME Medial (kg de MS/m <sup>3</sup> )	108,63 <sup>b</sup>	170,58 <sup>a</sup>	142,11 <sup>ab</sup>	15,63
ME Inferior (kg de MS/m <sup>3</sup> )	111,25 <sup>b</sup>	187,62 <sup>a</sup>	169,32 <sup>ab</sup>	15,58
Médias	100,40	161,02	148,90	-

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (P<5%).

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Na área medial e inferior dos silos, a silagem STE apresentou as mais altas ME seguidas de STAE, que por sua vez foi semelhante a ST. Esses resultados foram verificados em virtude do baixo teor de MS apresentado pelas culturas no momento do corte. No entanto, as condições climáticas nesse momento não permitiam maior tempo de espera para o estágio de maior maturidade das culturas.

Os resultados desse estudo foram abaixo dos recomendados por Holmes & Muck (1999) que recomendam ME em torno de  $225 \text{ kg/m}^3$  para uma silagem de qualidade satisfatória. Apesar de não mensurado, foi observado em todas as silagens a presença de perdas por lixiviação, em virtude do baixo teor de MS dos materiais.

As termografias representadas na Figura 4 mostram o comportamento térmico dos painéis dos silos durante o período de utilização das silagens na alimentação animal.

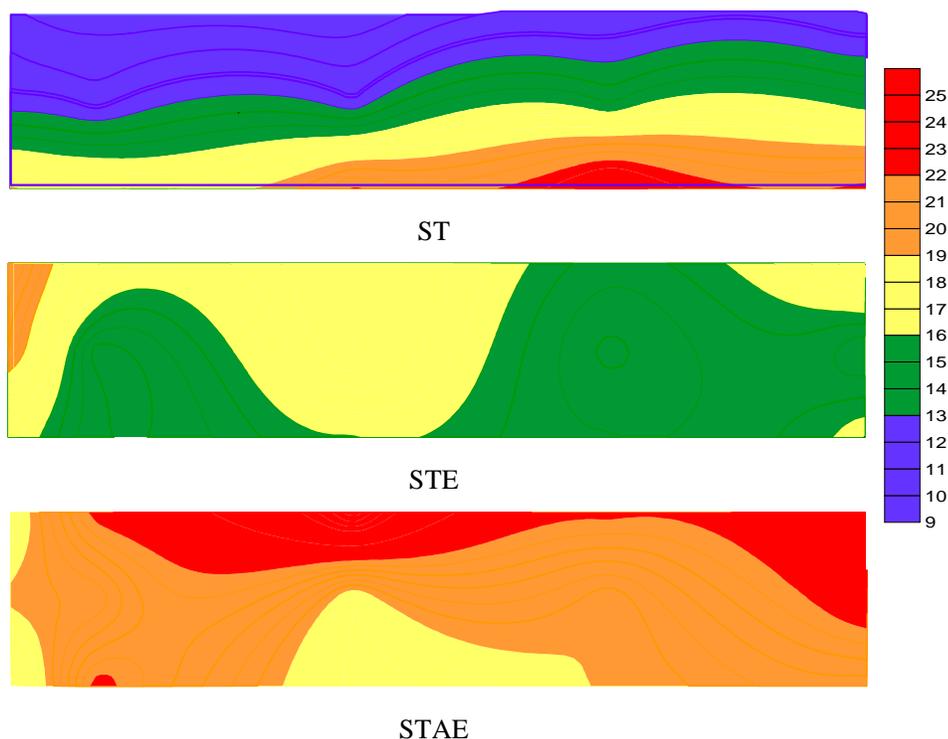


Figura 4 - Termografias nos painéis dos silos durante a utilização das silagens.

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

A silagem ST apresentou temperaturas baixas na parte superior do silo, provavelmente, em virtude da menor ME na referida parte, proporcionando maior porosidade a essa parte da silagem, conferindo maior susceptibilidade de trocas de temperatura com o meio externo. No entanto, a menor produção de ácido lático e a

maior produção de ácido acético e propiônico (Tabela 1) pode ter conferido maior resistência à ação de microrganismos deterioradores. Segundo Muck & Kung Jr. (1997) e Magalhães & Rodrigues (2004), o acréscimo de ácidos, como o acético, propiônico e o butírico, poderia aumentar a estabilidade aeróbia das silagens, pois são inibidores de microrganismos deterioradores. Na parte medial e inferior do silo, as temperaturas foram mais elevadas, possivelmente pela maior retenção do calor na massa ou mesmo pela maior atividade microbiológica nessas áreas.

As silagens STE e STAE apresentaram comportamento contrário àquele observado na silagem exclusiva de triticale. Essas silagens conservaram parte do calor gerado na fermentação, em virtude de apresentarem maior ME, de forma que a silagem STE apresentou temperaturas amenas com distribuição irregular e acima da temperatura média ambiental que foi de 7,5°C no período avaliado. Já a silagem STAE apresentou as temperaturas mais elevadas nas partes mais porosas da silagem, com temperaturas entre 19 e 21°C nas maiores áreas do silo, evidenciando menor estabilidade em relação às demais silagens. Coincidentemente, a silagem STAE apresentou maior CT e CE em relação às demais silagens, além do fato de apresentar maior quantidade de substrato (ácido lático) a ser deteriorado (72,8 g/kg de MS) em relação a ST (51,4 g/kg de MS), evidenciando que esses fatores de qualidade de fermentação da silagem podem estar correlacionados de forma negativa a um maior acúmulo de temperatura para essa silagem.

Apesar das temperaturas atingidas pelas silagens serem superiores à temperatura ambiente (Figura 2), essas não são consideradas valores capazes de causar alterações significativas na qualidade das silagens induzidas pela elevação de temperatura no interior do silo. Segundo Kung Jr (2008), a temperatura não é um indicador absoluto de deterioração em silagens, pois em grandes silos frequentemente há grande retenção de calor mesmo durante o inverno. Esse mesmo autor relata sinais de deterioração aeróbia e inclui mensurações de temperatura mais altas que 46 a 48°C no painel do silo, presença visível de fungos e/ou odor característico de material deteriorado, além de quando possível o monitoramento do pH, em conjunto com essas outras variáveis para aferir os resultados.

Nas Tabelas 3 e 4 constam as equações de regressão dos valores de pH e de temperatura das silagens e das rações durante à exposição ao ar. As silagens apresentaram equações lineares positivas ( $P < 0,05$ ) no pH durante o tempo de exposição ao ar. Já em relação à estabilidade aeróbia as equações foram quadráticas e, apesar do

alto coeficiente de variação, os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) são considerados razoáveis para validação dos resultados.

Tabela 4 - Equações de regressão para valores de pH e de temperatura durante o tempo de exposição aeróbia das silagens

Tratamentos	Equações de regressão	$R^2$	P<F	CV(%)
	pH			
ST	$Y = 3,94 + 0,046x$	0,27	**	5,46
STE	$Y = 3,92 + 0,46x$	0,49	**	24,70
STAE	$Y = 4,36 + 0,68x$	0,85	**	12,44
Tratamentos	Temperatura			
ST	$Y = 17,63 + 4,37x - 0,54x^2$	0,32	**	26,32
STE	$Y = 15,15 + 3,95x - 0,45x^2$	0,35	**	23,90
STAE	$Y = 18,98 + 4,61x - 0,67x^2$	0,32	**	37,30

\*\* P<0,05; ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Nas rações totais (Tabela 4) as equações de regressão de pH foram lineares positivas (P<0,05) nas dietas contendo as silagens ST e STE e quadrática para STAE, porém com valor de P maior (P>0,22) do que o estabelecido como parâmetro de significância nesse trabalho. Apesar do baixo coeficiente de variação verificado, possíveis variações durante o período de coleta de dados tenham interferido nos resultados finais para essa silagem.

As rações totais contendo as silagens ST e STAE apresentaram equações quadráticas (P<0,05) nos valores de temperatura durante as avaliações da estabilidade aeróbia, e a ração total contendo a silagem STE apresentou equação linear positiva (P<0,05). A ração total mostrou menor variação ( $>R^2$ ) em relação às silagens, possivelmente em virtude do aumento nos teores de matéria seca do material exposto ao ambiente. Apesar de esse material ser rico em substrato para bactérias e outros microrganismos deterioradores, a temperatura ambiental no período de avaliação era baixa, inibindo em partes a ação desses agentes.

Segundo Pahlow et al. (2003), temperaturas ambiente mais elevadas colaboram para o desenvolvimento de microrganismos deterioradores. Normalmente, os problemas

por deterioração aeróbia são maiores nos meses de verão (Kung Jr, 2008), justamente pela elevação da temperatura ambiental.

Na Tabela 5 são apresentadas as principais variáveis associadas à estabilidade aeróbia e pH utilizadas na obtenção das equações de regressão.

Tabela 5 - Equações de regressão para valores de pH e de temperatura durante o tempo de exposição aeróbia das rações totais

Tratamentos	Equações de regressão	R <sup>2</sup>	P<F	CV(%)
	pH			
ST	$Y = 4,32 + 0,14x$	0,65	**	2,91
STE	$Y = 4,10 + 0,12x$	0,46	**	3,60
STAE	$Y = 4,16 + 0,052x + 0,06x^2$	0,54	0,22	3,49
Tratamentos	Temperatura			
ST	$Y = 7,12 - 1,38x + 0,65x^2$	0,70	**	9,22
STE	$Y = 4,65 + 1,41x$	0,87	**	9,68
STAE	$Y = 7,13 - 1,46x + 0,68x^2$	0,86	**	5,91

\*\* P<0,05; ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

Tabela 6 - Variáveis de pH, temperatura ambiente média, temperaturas e recuperação de MS associados à estabilidade aeróbia das silagens e rações totais

	ST	STE	STAE	CV%	ST	STE	STAE	CV%
	Silagens				Rações Totais			
Temperatura ambiente (°C)	11,30	11,30	11,30	-	7,70	7,70	7,70	-
Temperatura média (°C)	22,20	20,23	21,43	-	7,32	6,76	7,31	-
Temperatura máxima (°C)	27,77	23,40	37,63	-	8,75	8,97	8,77	-
Nº dias temperatura máxima	4,00	4,00	2,00	-	3,00	3,00	3,00	-
pH médio	4,12	5,75	7,07	-	4,55	4,28	4,27	-
pH máximo	4,35	7,33	9,14	-	4,72	4,48	4,67	-
Nº dias pH máximo	8,00	8,00	8,00	-	2,00	3,00	2,00	-
Dias de exposição aeróbia	8,00	8,00	8,00	-	3,00	3,00	3,00	-
Recuperação de MS (%)	91,76a	84,30a	94,16a	4,70	81,24b	81,61b	88,29a	2,38

Médias seguidas de letras diferentes, na linha, são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey (P<5%).

ST = Silagem de Triticale; STE = Silagem de Triticale + Ervilha forrageira; STAE = Silagem de Triticale + Aveia + Ervilhaca + Ervilha forrageira.

A silagem STAE apresentou pico máximo de temperatura anterior às demais silagens, sendo também a temperatura máxima mais elevada, o que evidencia menor estabilidade aeróbia (Tabela 5). As silagens STE e STAE apresentaram valores de pH mais elevados em relação a ST, o que pode ser atribuído ao maior consumo de ácido láctico por microrganismos deterioradores, interferindo na manutenção dos valores de pH.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na RMS das silagens, no entanto, houve tendência de maior recuperação na silagem STAE. Bernardes et al. (2007) e Amaral et al. (2008), trabalhando com silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, encontraram valores médios de RMS semelhantes (94,5 e 92,9%) ao desse estudo nas silagens.

Com relação às rações totais, essas se apresentaram estáveis, não alterando abruptamente os valores de temperatura e de pH durante o período de avaliação. Porém a RMS foi inferior àquelas observadas nas silagens. Esse comportamento leva a inferir que houve perdas de MS nas rações totais e que as variáveis de pH e de temperatura não foram eficientes para evidenciar a atividade de microrganismos deterioradores.

Bernardes et al. (2007), trabalhando com silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com teores de MS semelhantes encontraram valores acima ao desse estudo (93,2%) para RMS da ração total. Da mesma forma, Zanine et al. (2006), trabalhando com níveis de inclusão de farelo de trigo em silagens de capim-mombaça, também observaram RMS maiores (97 a 98%) ao verificados nesse estudo nos níveis de inclusão de 20 a 60% de farelo de trigo.

### **Conclusões**

A silagem STAE apresenta menor estabilidade aeróbia, o que é evidenciado pela termografia no painel do silo, sem, no entanto reduzir a estabilidade aeróbia da ração total. A RMS, durante a armazenagem e na avaliação da estabilidade em aerobiose, foi semelhante nas silagens. A RMS da ração total é considerada baixa em todas as silagens, no entanto a silagem STAE apresentou os melhores resultados.

### Literatura Citada

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.532-539, 2007
- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.977-983, 2008
- BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Importância do planejamento na produção e uso da silagem. In: EVANGELISTA, A.R.; AMARAL, P.N.C.; PADOVANI, R.F. (Eds.). **Forragicultura e pastagens: temas em evidência**. 5.ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2005. p.121-176.
- BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R. et al. Estabilidade aeróbia da ração total e de silagens de capim-marandu tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.754-762, 2007.
- CASTRO, F.G.F.; NUSSIO, L.G.; HADDAD, C.M. et al. 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**, v.35, n.2, p.358-371, 2006.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Asserimg silage quality. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.). **Silage Science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science of America, 2003. p.141-198.
- HOLMES, B.J.; MUCK, R.E. **Factors affecting bunker silos densities**. Madison: University of Wisconsin, 1999. 7p.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007
- KRAUS, T.J.; KOEGEL, R.G.; STRAUB, R.J. et al. Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING, 1997, Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: ASAE, 1997. p.1-12.
- KUN JR, L. Aerobic stability of silages. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2008, Viçosa. **Anais...**Viçosa: [s.n.], 2008. p. 233-248.
- KUZIN, V.; SAVOIE, P. Modeling air infiltration in bunker silos to optimize the cover. In: ANNUAL International Meeteng Sponsored. Sacramento: ASAE. 2001, 10p.
- LIN, C.; BOLSEN, K.K.; BRENT, B.E. et al. Epiphytic microflora on alfalfa and whole-plant corn. **Journal Dairy Science**, v.75, p.2484-249, 1992.
- MAGALHÃES, V.J.A.; RODRIGUES, P.H.M. Avaliação de inoculante microbiano na composição bromatológica, fermentação e estabilidade aeróbia da silagem pré-seca de alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, 2004
- McDONALD, P.J.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MELCION, J.P. La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. **INRA Production Animalles**, v.13, n.2, p.81-97, 2000.

- MUCK, R.E.; KUNG JR., L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK NORTH AMERICA CONFERENCE, 1997, Hershey. **Proceedings...** Hershey: NRAES, 1997. p.187-199.
- MUCK, R.E.; MOSER, L.E.; PITT, R.E. Postharvest factors affecting ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p. 251-304.
- PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, 2003. p.31-94.
- PLAYNE, M.J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.17, p.264-268, 1966.
- RUPPEL, K.A.; PITT, R.E.; CHASE, L.E. et al. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.141-153, 1995.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM. **System for Microsoft Windows**: Release 8.01. Cary: SAS Institute Inc., 2001. CD-ROM.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J. et al. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. **Brazilian Journal of veterinary Research and animal Science**, v.43, n.6, p.803-809, 2006.