

LILIAN OLIVEIRA ROSA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA, PERFIL FERMENTATIVO,  
POPULAÇÕES MICROBIANAS, CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE  
SILAGEM DE SOJA COM INOCULANTE E, OU, MELAÇO EM PÓ**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

R788c  
2010

Rosa, Lilian Oliveira, 1982-

Composição bromatológica, perfil fermentativo,  
populações microbianas, consumo e digestibilidade de  
silagem de soja com inoculante e, ou, melão em pó / Lilian  
Oliveira Rosa. – Viçosa, MG, 2010.

ix, 41f. : il. ; 29cm.

Orientador: Odilon Gomes Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Soja - Análise. 2. Soja - Composição. 3. Soja -  
Microbiologia. 4. Soja - Silagem. 5. Silagem - Composição.  
6. Silagem - Microbiologia. 7. Silagem - Efeito de aditivos.  
8. Silagem - Análise. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 22.ed. 633.34

LILIAN OLIVEIRA ROSA

**COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA, PERFIL FERMENTATIVO,  
POPULAÇÕES MICROBIANAS, CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE  
SILAGEM DE SOJA COM INOCULANTE E, OU, MELAÇO EM PÓ**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa,  
como parte das exigências do  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia, para obtenção do título  
de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de fevereiro de 2010.

---

Prof. Rasmô Garcia  
(Coorientador)

---

Prof.<sup>a</sup> Karina Guimarães Ribeiro  
(Coorientadora)

---

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho

---

Prof. Paulo Roberto Cecon

---

Prof. Odilon Gomes Pereira  
(Orientador)

A Deus, por me proporcionar saúde e perseverança.

A meus pais, Valdivino Ciríaco Rosa e Eva do Carmo Oliveira Rosa, por me darem a vida e me apoiarem em todas as minhas decisões.

A todos os meus irmãos e cunhados por toda a compreensão.

Aos meus lindos sobrinhos por todo o carinho.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Viçosa, por disponibilizar toda a estrutura necessária para que fosse realizado este trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

Ao INCT-CA pelo apoio de parte dessa pesquisa.

Aos Professores da Universidade Federal de Viçosa, por todo o conhecimento a mim transmitido.

Ao Professor Odilon Gomes Pereira pela orientação e disponibilidade.

À Professora Karina Guimarães Ribeiro pelo apoio.

Aos funcionários dos Laboratórios de Nutrição Animal, por todo o apoio em minhas atividades.

Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura Raimundo, por toda a amizade e carinho.

Aos demais funcionários do DZO/UFV, por toda eficiência e ajuda necessárias.

Ao Edson Mauro e ao Anderson Zanine, por todo o tempo e conhecimento a mim dedicados.

A todos os meus “irmãos científicos”: João Paulo, Andréia, Wender, e Guilherme, por toda a amizade.

As bolsistas de iniciação científica Amália e Grasiane, por toda dedicação.

Aos meus amigos de graduação e em especial à minha melhor amiga Eliane.

## **BIOGRAFIA**

LILIAN OLIVEIRA ROSA, filha de Valdivino Ciríaco Rosa e Eva do Carmo Oliveira Rosa, nascida em Ponte Nova – Minas Gerais em 05 de maio de 1982. Em janeiro de 2008, graduo-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa. Em agosto de 2008, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, na Área de concentração Forragicultura e Pastagem, submetendo-se à defesa da dissertação em 19 de fevereiro de 2010.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT .....	ix
Introdução geral.....	1
Literatura citada.....	3
1. Introdução.....	6
2. Material e Métodos.....	10
2.1. Experimento 1.....	10
2.2. Experimento 2.....	11
2.3. Análises laboratoriais.....	12
2.3.1. Experimento 1.....	12
2.3.2. Experimento 2.....	14
2.4. Análises estatísticas.....	14
2.4.1. Experimento 1.....	14
2.4.2. Experimento 2.....	14
3. Resultados.....	14
3.1. Experimento 1.....	14
3.2. Experimento 2.....	21
4. Discussão.....	24
4.1. Experimento 1.....	24
4.2. Experimento 2.....	29
5. Conclusões.....	31
5.1. Experimento 1.....	31
5.2. Experimento 2.....	31
6. Literatura citada.....	31
Conclusão geral.....	40

## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

<b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica; pH e populações microbianas das plantas de soja, antes da ensilagem.....	15
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica das silagens de soja em função de aditivos (A) e períodos de fermentação (P).....	16
<b>Tabela 3.</b> Teores médios de nitrogênio amoniacal e dos ácidos láctico, acético e butírico das silagens de soja em função de aditivos (A) e períodos de fermentação (P).....	19
<b>Tabela 4.</b> Populações microbianas das silagens de soja, em função de aditivos (A) e períodos de fermentação (P).....	21
<b>Tabela 5.</b> Teores médios da composição bromatológica e do pH das silagens de soja e do milho grão moído.....	22
<b>Tabela 6.</b> Consumos médios dos nutrientes.....	23
<b>Tabela 7.</b> Digestibilidades aparentes médias (%) dos nutrientes.....	24
<b>Figura 1.</b> Variação do pH das silagens de soja em função dos períodos de fermentação.....	20

## RESUMO

ROSA, Lilian Oliveira; M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2010. **Composição bromatológica, perfil fermentativo, populações microbianas, consumo e digestibilidade de silagem de soja com inoculante e, ou, melação em pó.** Orientador: Odilon Gomes Pereira. Coorientadores: Rasmão Garcia e Karina Guimarães Ribeiro.

Este trabalho envolveu dois experimentos. No experimento 1, foram avaliados a composição bromatológica; o perfil fermentativo e as populações microbianas em silagens de soja. A soja foi colhida no estágio de desenvolvimento R6 e submetida aos seguintes tratamentos, antes da ensilagem: sem aditivo (controle); com inoculante (I); I + melação em pó e melação em pó. Utilizou-se o inoculante SIL ALL C4 da Alltech do Brasil. Nos tratamentos com melação foram aplicados 2,5% na base da matéria natural. O material foi ensilado em silos laboratoriais de PVC com 2 kg de capacidade e abertos com 1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias de fermentação. Adotou-se um arranjo fatorial 4 X 6 (4 aditivos X 6 períodos de fermentação) no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Observou-se efeito de aditivos e de período de fermentação ( $P < 0,05$ ) para os teores de matéria seca e proteína bruta, enquanto que o teor de lignina não foi afetado ( $P > 0,05$ ) pelos fatores estudados. Por outro lado, observou-se efeito ( $P < 0,05$ ) da interação aditivo x período de fermentação para as demais variáveis. As concentrações dos ácidos láctico, acético e butírico foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) por aditivos e períodos de fermentação. Para o pH das silagens, foram estimadas reduções de 0,3443; 0,3868; 0,3355 e 0,3815 unidades por dia de fermentação para as silagens controle, tratadas com inoculante, I + melação e aquelas com melação, respectivamente. Foi registrada máxima população de bactérias do ácido láctico aos 28 dias de fermentação, na silagem com inoculante. A adição de inoculante, associada ou não ao melação em pó, por ocasião da ensilagem da soja melhora o perfil fermentativo das silagens. No experimento 2, avaliaram-se o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes de silagens de soja, em ensaio com ovinos. A soja foi submetida aos mesmos tratamentos do experimento 1 e ensilada em tambores plásticos com 150 L de capacidade. A relação forragem:concentrado foi de 90:10, na base da matéria seca, utilizando-se o milho grão moído como concentrado. Foram utilizados 20 ovinos adultos, sem raça definida, castrados, com peso vivo médio de 60 kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. O consumo dos nutrientes não foi afetado ( $P > 0,05$ ) pelas dietas experimentais. Houve efeito de dietas sobre a digestibilidade aparente total dos carboidratos não fibrosos ( $P < 0,05$ ). Silagens

de soja com inoculante associadas ou não ao melaço, não alteram o consumo nem a digestibilidade aparente total dos nutrientes em ovinos.

## ABSTRACT

ROSA, Lilian Oliveira; M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Chemical composition, fermentative profile, microbial populations, intake and digestibility of soybean silage with inoculant and, or, molasses powder.** Adviser: Odilon Gomes Pereira. Co-advisers: Rasmô Garcia and Karina Guimarães Ribeiro.

This work involved two trials. In the first trial was evaluated the chemical composition; the fermentative profile and the microbial populations in soybean silage. The soybean was harvested at the R6 stage of development and submitted of treatments, before ensilage: 1- without additive (control), 2- with inoculant (I), 3- I plus molasses powder and 4- molasses powder. It was used the inoculant SIL ALL C4 (Alltech, Brasil). At treatments with molasses it was used 2,5% on fresh matter. The material was ensilaged in laboratory silos with 2-Kg of capacity and opened with 1, 3, 7, 14, 28 and 56 days of fermentation in a complete randomized design, with three replicates. There was effect ( $P < 0.05$ ) of additive and period under the DM and CP, while lignin did not influenced ( $P > 0.05$ ) by factors analyzed. On the other hand, it was observed effect ( $P < 0.05$ ) of additives x periods to others variable analyzed. The acids lactic, acetic and butyric concentrations was influenced ( $P < 0.05$ ) by additives and fermentation periods. About the pH was observed reduction 0.3443, 0.3868, 0.3355 e 0.3815 units per day of fermentation to control; with inoculant; I plus molasses powder and that with molasses silages, respectively. It was registered greatest acid lactic bacteria population to 28 days of fermentation, at silage with inoculant. The additions of inoculant, associated or not to molasses powder, on soybean ensilage improve the silage fermentative profile. At second trial was evaluated the intake and total apparent digestibility of nutrients in sheep. The soybean was submitted at same treatments of trial one and ensiladed in plastics barrels 150 L of capacity. The roughage:concentrate used was 90:10, based on the dry matter, using the ground as maize grain concentrate. It was used 20 adult sheep, male, without race set, castrated, with an average weight of 60 kg, distributed in a randomized complete block design, with five replicates. The intake of nutrients did not influenced ( $P > 0.05$ ) by treatments. It was effect of treatments ( $P < 0.05$ ) on NFC total apparent digestibility. Soybean silage with inoculant associated or not to molasses powder did not influence the intake and the total digestibility of nutrients in sheep.

## Introdução geral

A evolução da soja iniciou-se com o surgimento de plantas resultantes de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, sendo melhoradas por cientistas da China (Embrapa Soja, 2005). Esta leguminosa foi originalmente cultivada como forrageira nos Estados Unidos sendo que, em 1924, um milhão de acres foi plantado para fenação (Sheaffer et al., 2001). Há relatos que indicam que a soja foi trazida para o Brasil em 1882 e os primeiros estudos de avaliação de variedades foram realizados na Bahia e, assim como nos Estados Unidos, o objetivo era a sua utilização como cultura forrageira (Embrapa Soja, 2005).

Contudo, a utilização da soja para a produção de feno declinou rapidamente devido à maior dificuldade de secagem da cultura. A partir de 1964, somente 3% da soja cultivada nos Estados Unidos eram destinados à produção de forragem. Porém, com a melhoria da tecnologia envolvida no processo de ensilagem, bem como o desenvolvimento de novas variedades, reduziu-se a necessidade de secagem da cultura e a partir daí a ensilagem da soja tornou-se uma opção promissora (Sheaffer et al., 2001), sendo as novas variedades resultantes do cruzamento de antigas variedades selecionadas para fenação com variedades modernas resistentes às doenças.

O processo de ensilagem é de grande eficácia no processo de conservação de plantas forrageiras (Andrighetto et al., 2002). É uma alternativa muito empregada nos sistemas de criação animal e consiste na preservação de forragens úmidas, recém-colhidas ou pré-secadas, com elevado valor nutritivo e o mínimo de perdas para serem ministradas nas épocas de escassez de alimentos (Evangelista et al., 2004).

Para uma cultura ser considerada ideal para a produção de silagem, é necessário que esta apresente algumas características importantes como adequado nível de carboidratos fermentescíveis sob a forma de carboidratos solúveis em água, acima de 8% na MS; baixa capacidade tampão, não deve oferecer resistência a redução do pH para valores entre 3,8 e 4,0 (McCullough, 1977) e teor de matéria seca, na colheita, maior que 20% (Mello Filho et al., 2005). Além disso, o tamanho da partícula deve ter uma estrutura adequada, de modo que proporcione uma boa compactação do material durante a ensilagem (McDonald et al., 1991).

O milho, devido à facilidade de cultivo, adaptabilidade, alta produção de massa, facilidade de fermentação no silo, bom valor energético e alto consumo pelos animais é uma das espécies mais utilizadas para produção de silagem. Porém, a silagem de milho

apresenta baixo teor protéico, o que constitui uma limitação ao seu uso exclusivo, principalmente, para animais de altas exigências nutricionais.

Neste contexto, a utilização de silagem de leguminosa apresenta-se como opção para aumentar o teor protéico da dieta, além de supri-la com maior quantidade de cálcio e fósforo, reduzindo o custo de produção por meio da menor necessidade de suplementação com concentrado protéico (Baxter et al., 1984).

A soja apresenta algumas características favoráveis para a produção de silagem, como: disponibilidade de sementes no mercado, a capacidade de produção em diferentes climas, o porte ereto que facilita a mecanização na colheita, alta concentração de minerais, boa produtividade, elevado teor protéico e adequado balanceamento de aminoácidos (Rigueira et al., 2007). Recentemente, os estudos sobre silagem de soja têm despertado interesse em vários países como nos Estados Unidos (Griffin, 2000; Blount et al., 2003; Seiter et al., 2004), Canadá (Johnston e Bowman, 2000), Reino Unido (Koivisto et al., 2003), Costa Rica (Tobia e Villalobos, 2004), Vietnã (Chinh et al., 1993), e Brasil (Keplin, 2004; Melo Filho et al., 2005; Pereira et al., 2007).

No Brasil, desenvolveram-se tecnologias que possibilitaram o cultivo da soja em todo o território nacional, como o uso de novas variedades e cultivares adaptadas às diferentes condições de solo, temperatura e umidade. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja com uma produção de 57,1 milhões de toneladas, totalizando uma área plantada de 21,7 milhões de hectares (Embrapa Soja, 2008). Na safra 2008/09, a cultura alcançou uma produtividade de 2.629 Kg/ha no país (Embrapa Soja, 2008).

No Brasil não existem estatísticas sobre a participação da soja para produção de silagem, mas sabe-se que esta prática é comum em algumas regiões onde é utilizada na alimentação de rebanhos leiteiros ou em confinamentos de gado de corte.

Para melhor conhecimento do potencial de uma dieta para alimentação animal, é necessário que se avaliem algumas características e, dentre elas, o consumo de MS é o fator mais importante na determinação do desempenho animal, sendo responsável pelo ingresso de nutrientes, principalmente energia e proteína, necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção (Noller et al., 1996). Variações de consumo são resultado de intrínsecas relações entre a dieta, o animal, as condições de alimentação e o clima (Mertens, 1992).

Segundo Illius e Jessop (1996), o desequilíbrio de nutrientes pode limitar a ingestão de alimento devido, provavelmente, a produção em excesso de metabólitos. Assim, elementos sensoriais inerentes ao animal vão responder a este desequilíbrio de

nutrientes devido ao envolvimento de sensações de desconforto, causando redução no consumo voluntário.

Atualmente, uma grande variedade de aditivos está sendo recomendada para melhorar a qualidade da silagem. Um ponto fundamental quando se utiliza um aditivo é conhecer o quanto ele pode melhorar o consumo e a produção animal, e se é viável economicamente (Vilela, 1998). O uso de inoculantes microbianos abrange a classe de aditivos com mais rápido crescimento em todo mundo. Porém, a composição destes difere muito em sua capacidade de fermentar os vários substratos e na sua capacidade de crescer em meios com diferentes umidades e temperaturas (Muck, 1997).

Diversos produtos e subprodutos da indústria de alimentos e da agroindústria, por serem baratos e abundantes, têm sido empregados como substrato para a produção de substâncias comercialmente importantes como ácidos orgânicos, acetona, etanol e outros (Moraes et al., 1991). Resíduos e matérias-primas agroindustriais que contém alto teor de carboidratos podem ser utilizados na fermentação láctica, sendo que o soro de leite e melão são os de maior interesse econômico.

Cerca de 18 milhões de toneladas de melão de cana-de-açúcar são produzidos por ano no Brasil pelo setor sucroalcooleiro. Devido a esta alta disponibilidade no mercado nacional e ao alto teor de açúcares fermentescíveis, esta matéria-prima vem sendo empregada como substrato para diferentes tipos de fermentação (Oliveira et al., 2005).

Face a isto, foram conduzidos dois experimentos objetivando-se avaliar a composição bromatológica; o perfil fermentativo; as populações microbianas; o consumo e a digestibilidade aparente de silagem de soja com inoculante e, ou, melão em pó.

#### **Literatura citada**

- ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARD I.; GEMAEL, J. S.; FLEMING, G. A. S.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal**, v. 1, Nobel - São Paulo. 395p, 2002.
- BAXTER, H.D.; MONTGOMERY, M.J., OWEN, J.R. Comparison of soybean-grain sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.67, n.1, p.88-96, 1984.
- BLOUNT, A.R.; WRIGHT, D.L.; SPRENKEL, T.D. et al. Forage soybeans for grazing, hay and silage, 2003. In: <http://edis.ifas.ufl.edu/AG184>.

- CHINH, B.V.; TAO, N.H.; MINH, D.V. Growing and esiling soybean forage between rice crops as a protein supplement for pigs in north Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, v.5. n.1, 1993.
- EMBRAPA SOJA**. 2008. Tecnologias de produção de soja. Disponível em: [http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op\\_page=294&cod\\_pai=16](http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=294&cod_pai=16). Acessado em 19/03/2010.
- EMBRAPA SOJA**. 2005. Tecnologias de produção de soja da região central do Brasil. Sistemas de Produção n<sup>o</sup>1. Disponível em <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>. Acessado em 19/03/2010.
- EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; GALVÃO, J.G. et al. Efeito da associação milho-soja no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.12, n.1, p.50-59, 1983.
- GRIFFIN, T. Soybean silage as alternative silage, 2000. In: [http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean\\_silage.htm](http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean_silage.htm). (Consultado em 18/02/2006).
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic constrains on voluntary intake in ruminants. **Journal of animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.
- JOHNSTON, J. and BOWMAN, M. Comparison of soybean silage test results at new liskeard in 1999 and 2000. In: <http://www.uoguelph.ca/~nlars/Research/Soybean%20Silage%20yields.pdf>.
- KEPLIN, L.A.S. Silagem de soja: uma opção para ser usada na nutrição animal. In: 2<sup>o</sup> **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, Maringá. Anais...Maringá: UEM, 2004. p.161-171.
- KOIVISTO, J.M.; DEVINE, T. E.; LANE, G.P.F. et al. Forage soybeans (*Glycine Max(L.) Merr.*) in the United Kingdsom: test of new cultivars. **Agronomy**, v.23, p.287-291, 2003.
- McCULLOUGH, M.E. **Silage and silage fermentation. Feedstuffs**. p.49-52, 1977.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2<sup>a</sup> ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 340 p, 1991.
- MELLO FILHO, O.L.; NAOE, L.K.; SEDYAMA, C.S.; PEREIRA, O.G. et al. Caracterização de cultivares de soja visando a produção de silagem. In: 3<sup>o</sup> **Congresso Brasileiro de melhoramento de Plantas**. Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: Embrapa Trigo, v.1, 2005.

- MERTENS, D. R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. In: **29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Lavras. Anais... Lavras: S.B.Z., p.188-219, 1992.
- MUCK, R. E.; KUNG Jr., L. Effects of silage additives on ensiling. In: **Silage Field to Feedbunk**. 1997. Pennsylvania. *Proceedings...*, New York: NRAES, n.99, p.187-199, 1997.
- MORAES, I. O.; CAPALBO, D. M. F.; MORAES, R. O. Multiplicação de agentes de controle biológico. In: **Controle biológico de doenças de plantas**. Brasília: EMBRAPA, p. 253-272, 1991.
- NOLLER, C. H., NASCIMENTO JR., QUEIROZ, D.S. Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo. In: **13º Simpósio sobre manejo de pastagens**, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1996.
- OLIVEIRA, A. R. de; BUZATO, J. B.; HAULY, M. C. de O. Produção contínua de ácido láctico por *Lactobacillus curvatus* a partir de melaço de cana-de-açúcar suplementado. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 26, n. 1, p. 53-60, 2005.
- PEREIRA, O.G; SANTOS, E.M; ROSA, L.O; PEREIRA, D.H. Perfil fermentativo e recuperação de matéria seca de silagem de soja tratadas com inoculantes e melaço-em-pó. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: UNESP, 2007. CD-ROM. Forragicultura.
- RIGUEIRA, S. P. J. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2007. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- SEITER, S.; ALTEMOSE, C.E.; DAVIS, M.H. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. **Agronomy Journal**, 96:966-970, 2004.
- SHEAFFER, C.C.; ORF, J.H.; DEVINE, T.E. et al. Yield and quality of forage soybean. **Agronomy Journal**, 93:99-106, 2001.
- TOBIA C., VILLALOBOS E. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. **Agronomía Costarricense**. 28(1): 17-25, 2004.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: **35ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. *Anais...* Botucatu. Simpósio sobre aditivos na produção de ruminantes e não ruminantes, Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.73-108.

## 1. Introdução

A utilização de leguminosas, particularmente a soja, pode ser uma alternativa viável em épocas de altos preços do concentrado utilizado na alimentação de ruminantes. No entanto, elas podem apresentar algumas características desfavoráveis à ensilagem, como baixo teor de carboidratos solúveis, elevado teor de extrato etéreo e alta concentração de substâncias tamponantes, que reduzem a qualidade da silagem.

Segundo Breirem e Ulvesli (1960), o termo qualidade da silagem geralmente não é usado para designar o seu valor nutritivo, mas sim a extensão do processo fermentativo no silo. Com relação à eficácia do processo da ensilagem, os parâmetros normalmente empregados como critério de classificação abrangem o pH; os ácidos orgânicos e o nitrogênio amoniacal, como porcentagem do nitrogênio total.

De acordo com Ruiz e Ruiz (1990), as silagens são classificadas como excelentes quando apresentam pH menores que 4,6 e teores de MS variando de 26 a 35%. No entanto, isoladamente, o pH não pode ser considerado como critério seguro para a avaliação das fermentações, pois seu efeito inibidor sobre as bactérias depende da velocidade do declínio da concentração iônica e do grau de umidade do meio (Woolford, 1984). Os fatores que controlam as fermentações secundárias são a atividade de água da planta e a acidez, sendo que o teor de matéria seca original da planta pode ser tomado como medida dessa atividade e o quociente carboidrato solúvel e poder tampão pode ser um indicador de acidez. O excesso de umidade presente implica em riscos de fermentações secundárias indesejáveis, já que a menor pressão osmótica favorece o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* (Wilkinson, 1983).

O principal objetivo do processo de ensilagem é produzir quantidade suficiente de ácido lático para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis e inibir a atividade do catabolismo enzimático da planta ensilada (Bolsen et al., 1992). Normalmente, o número de bactérias ácido lácticas é baixo (Speckman et al., 1981; Muck, 1989) e incluem, principalmente, espécies heterofermentativas (Lindgren et al., 1983; Muller et al., 1991). Em geral, os microrganismos indesejáveis são as enterobactérias, fungos e leveduras, cujas atividades são prejudiciais durante o processo de ensilagem porque competem com as bactérias do ácido lático na fermentação do açúcar (Lindgren et al., 1984; Pahlow, 1991).

Sabe-se que o teor de carboidratos solúveis das plantas, por ocasião da ensilagem, é um dos fatores fundamentais para que o processo fermentativo se desenvolva de maneira eficiente, uma vez que constituem os substratos prontamente disponíveis para o

desenvolvimento das bactérias lácticas, o que os torna essenciais para a produção de níveis adequados de ácido láctico e a rápida redução do pH, necessária para a inibição da atividade proteolítica das enzimas vegetais e do desenvolvimento das bactérias indesejáveis (Muck, 1993).

Além dos teores de umidade e de carboidratos solúveis, outro fator intrínseco à forrageira que interfere no processo fermentativo é o poder tampão. Tampões são sistemas cuja presença em um meio torna-o resistente às variações nas concentrações hidrogeniônicas (McDonald et al., 1991). As leguminosas se caracterizam por apresentar elevado poder tampão, sendo este promovido por aminoácidos residuais e presença de cátions, como  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2++}$ , que neutralizam os ácidos orgânicos produzidos pela fermentação, dificultando a redução do pH (Lima, 1992). O problema de ensilar forrageiras com poder tampão elevado resulta da necessidade de uma maior produção de ácido láctico, de modo a reduzir o pH para valores abaixo de 4,2, demandando como consequência maior teor de carboidratos, o que não ocorre nas leguminosas (Lavezzo, 1985).

Outro fator a ser considerado na planta de soja é o elevado teor de proteína que, devido à liberação de compostos nitrogenados pela decomposição protéica, neutralizam parte do ácido láctico formado e, conseqüentemente, elevam o pH.

Nas décadas de 80 e 90, foram realizados alguns trabalhos envolvendo o consórcio soja x milho, sob diferentes arranjos culturais, objetivando aumentar o teor protéico da massa ensilada (Evangelista et al, 1983; Obeid et al, 1985; Obeid et al., 1992a). As silagens consorciadas resultaram em maiores consumos e ganhos de peso dos animais em relação à silagem exclusiva de milho (Zago et al., 1985; Obeid et al., 1992b) e os autores atribuíram o fato ao maior teor protéico nas silagens consorciadas de milho x soja. Entretanto, o consórcio milho x soja apresenta algumas limitações, como: competição por luz entre as espécies; dificuldade de essas duas espécies apresentarem o estágio de crescimento adequado ao corte no mesmo tempo; além da limitação de se fazer adubações e controle de plantas daninhas, devido às diferenças anátomo-fisiológicas das espécies.

Coffey et al. (1995) verificaram aumentos do teor e na produção de MS para soja colhida em diferentes estádios, registrando valores de 22,1; 25,7% e 30,1% para MS, nos estádios de crescimento R2, R4 e R6, respectivamente, e aumento de 60% do estágio R2 para o R3 e de 30% do R3 para o R4 na produção de MS. Melo Filho et al. (2005), analisando variedades de soja para ensilagem, encontraram valores de 21,7% a

29,1% no teor de MS e de 2,3 a 6,6% para carboidratos solúveis, todas colhidas no estágio R6.

Face a isto, o plantio da soja exclusiva tem se mostrado uma opção interessante por apresentar elevada produção de matéria seca por área, além de maior facilidade nos tratamentos culturais.

As proteínas são de fundamental importância na alimentação dos ruminantes, pois se apresentam intimamente relacionadas com os processos vitais das células. No entanto, os ingredientes protéicos são normalmente caros e, portanto, algumas alternativas de menor custo devem ser estudadas.

Sabe-se que a melhor forma para alimentar ruminantes com volumoso é por meio da forragem utilizada pelos animais em pastejo. Ocorre que, no Brasil, bem como em outros países, a disponibilidade de forragem é variável durante o ano e depende de condições climáticas, com produção concentrada em períodos de verão quente e úmido. No inverno seco e frio, as forrageiras tropicais reduzem ou cessam seu crescimento, gerando a necessidade de conservação de forragem, para suplementação dos animais nos períodos de baixa produção de forragens. Essa suplementação pode ser feita usando-se a produção de áreas de capineiras, cana-de-açúcar, feno e silagem, sendo esta última a opção mais empregada no Brasil.

Uma das metas mais importantes da ensilagem é maximizar a preservação dos nutrientes originais da forrageira para a alimentação dos animais. Infelizmente, o processo de fermentação no silo não é controlável e, usualmente, ocorrem perdas na preservação dos nutrientes (Kung Jr. et al., 1993).

A ensilagem de leguminosas, como a soja, na alimentação de ruminantes pode ser uma alternativa para contornar os problemas causados pela estacionalidade de produção das forrageiras tropicais. No entanto, elas podem apresentar algumas características desfavoráveis à ensilagem, como baixo teor de carboidratos solúveis, elevado teor de proteína e alta concentração de substâncias tamponantes, que reduzem a qualidade da silagem e, em razão disto, as perdas nessas silagens podem ser elevadas (Jobim et al., 2007).

O elevado teor de extrato etéreo da silagem de soja, geralmente em torno de 10% (Muñoz et al., 1983, Griffin et al., 2000), pode ser considerado um fator positivo devido à maior densidade energética dos lipídios em relação aos carboidratos e a melhor eficiência de utilização da energia, seja pela economia de energia na síntese de ácidos graxos e, ou, pela menor produção de calor (Rigueira et al., 2007). Por outro lado, o

nível total de gordura na dieta, em especial de ácidos graxos insaturados não protegidos da fermentação ruminal, como é o caso da silagem de soja devem ser controlados, pois teores acima de 6 a 7% na MS da dieta promovem diminuição na digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994), seja pelo impedimento da aderência dos microrganismos às partículas dos alimentos (Devendra e Lewis, 1974) ou pelo efeito tóxico sobre organismos celulolíticos (Henderson, 1973). Além disso, o excesso de gordura na dieta também pode causar redução na ingestão de matéria seca e na taxa de passagem (NRC, 2001).

Dessa forma, a silagem de soja não deve ser ofertada única e exclusivamente em dietas para ruminantes, uma vez que compromete os fenômenos assimilatórios. Assim para evitar impactos negativos do alto conteúdo de extrato etéreo na ração, a soja como forragem não deve exceder 50% da matéria seca total da mesma (Wiederholt e Albrecht, 2002). Varner (1999) recomenda que este teor não deva exceder 30 a 40% da matéria seca da ração para vacas leiteiras na forma de silagem de soja.

Para se melhorar o processo fermentativo, vários aditivos têm sido utilizados e estes podem aumentar a recuperação de nutrientes e de energia na silagem, com frequente melhora no desempenho do animal (Kung Jr. et al., 1993). Dentre eles, o uso de inoculantes no processo de ensilagem inclui a adição de bactérias homofermentativas produtoras de ácido lático, visando aumentar o número de bactérias desejáveis ao processo de fermentação e produtos enzimáticos que aumentem a disponibilidade de carboidratos solúveis às bactérias e melhorem a digestibilidade da matéria orgânica. Em alguns estudos, a melhora no valor nutricional da silagem, e conseqüentemente do desempenho do animal, foi associada à redução do teor de fibra das silagens (Stokes, 1992; Chen et al., 1994).

Além do conhecimento da ingestão de alimentos, é importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, o que pode ser obtido por meio de estudos sobre o processo de digestão.

Segundo Van Soest (1994), digestão é o processo de conversão de macromoléculas da dieta em compostos mais simples que podem ser absorvidos no trato gastrointestinal dos animais. Além disto, a digestibilidade é uma característica do alimento e está relacionada à quantidade de cada nutriente que o animal pode utilizar (Coelho da Silva e Leão, 1979), sendo que a inclusão de um ingrediente a determinada ração pode modificar sua digestão devido, principalmente, ao efeito associativo entre eles (Moore, 1997).

Com base no exposto, foram conduzidos dois experimentos objetivando-se avaliar a composição bromatológica; o perfil fermentativo e as populações microbianas em silagem de soja com inoculante e, ou, melação em pó (Experimento 1) e o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes em ovinos, recebendo silagem de soja submetida aos mesmos tratamentos do Experimento 1 (Experimento 2).

## 2. Material e métodos

2.1. Experimento 1: Composição bromatológica; populações microbianas e perfil fermentativo de silagens de soja com inoculante e, ou, melação em pó

### 2.1.1. Local

A soja foi proveniente de uma área localizada no município de Viçosa-MG e a ensilagem foi efetuada no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no mesmo município, situado a 20<sup>o</sup> e 45' de latitude sul, 42<sup>o</sup> e 51' de longitude oeste.

### 2.1.2. Plantio, colheita, tratamentos, ensilagem e delineamento experimental

A semente da soja DM 339 (Pionner) foi realizada em 26 de novembro de 2006, em uma área de 800 m<sup>2</sup>, adotando-se um espaçamento de 0,7m entre fileiras e uma densidade de sementeira de 25 a 30 sementes m<sup>-1</sup>. No plantio, foram aplicados 400 kg ha<sup>-1</sup> do adubo 8-28-16. A soja foi colhida manualmente, utilizando-se facões, quando esta atingiu o estágio de desenvolvimento R6.

Após a colheita, o material foi picado em máquina ensiladora estacionária e, antes da ensilagem, foram aplicados os aditivos: 1- sem aditivo (controle); 2- inoculante (I); 3- inoculante e melação em pó (I + melação) e 4- melação em pó. O inoculante utilizado foi o SIL ALL C4, da Alltech do Brasil, cuja composição básica é: enzimas celulolíticas; *Pediococcus acidilactici*; *Lactobacillus plantarum*; *Enterococcus faecium*; dextrose 80%, com os seguintes níveis de garantia: *Lactobacillus plantarum* (10 bilhões UFC/g), *Pediococcus acidilactici* (1 bilhão UFC/g) e *Enterococcus faecium* (10 bilhões UFC/g). O inoculante foi aplicado com um pulverizador de 2 L de capacidade de acordo com a recomendação do fabricante. O melação em pó foi adicionado à lanço, utilizando-se 2,5% de melação na base da matéria natural.

Após a aplicação dos aditivos, procedeu-se à ensilagem em silos de PVC, com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, dotados de válvula de Bunsen para o escape dos gases, colocando-se aproximadamente 2 kg de forragem fresca por silo.

Utilizou-se um esquema fatorial 4 x 6 (4 aditivos x 6 períodos de fermentação) no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

2.2. Experimento 2: Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes em ovinos recebendo dietas contendo silagens de soja com inoculante e, ou, melação em pó

### 2.2.1. Local

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG, situada a 20<sup>o</sup> e 45' de latitude sul, 42<sup>o</sup> e 51' de longitude oeste, no período de 12/01/2008 à 01/02/2008.

### 2.2.2. Plantio, colheita, tratamentos, ensilagem e delineamento experimental

Aspectos relacionados ao plantio, colheita, aplicação dos aditivos e época de ensilagem encontram-se descritos no experimento um. Neste ensaio, procedeu-se a ensilagem da soja em tambores plásticos com capacidade de 150 kg.

As dietas continham 90% de silagem de soja e 10% de milho grão moído, na base da matéria seca.

Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições por tratamento.

### 2.2.3. Manejo dos animais e coleta de amostras

Foram utilizados 20 ovinos adultos, machos, sem raça definida, castrados, com peso médio de 60 kg. Os animais foram pesados, vermifugados, identificados por brincos no início do período experimental e mantidos em gaiolas metabólicas individuais, em área coberta, com cochos para fornecimento de alimento, água e mistura mineral. Ao final do período experimental, procedeu-se uma nova pesagem dos animais. Para a coleta total de fezes, utilizaram-se sacolas especiais de napa adaptadas aos animais.

O experimento teve a duração de quinze dias, sendo dez para a adaptação dos animais às dietas e cinco para as coletas. Na fase de adaptação, os alimentos foram fornecidos à vontade e o consumo médio dos três últimos dias foi usado como base para a fase subsequente. Os alimentos (silagem e concentrado) foram fornecidos diariamente

às 7:00 e às 15:00 horas, durante todo o período experimental. Além disto, forneceu-se água e mistura mineral à vontade, com a seguinte composição: fosfato bicálcico, sal comum e premix bovino (sulfato de zinco, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, selenito de sódio e iodeto de potássio).

A quantidade de alimentos fornecida a cada animal, na fase de coletas, foi 10% superior ao consumo médio observado na fase preliminar, de modo a possibilitar sobras. O consumo foi mensurado diariamente, por meio da diferença de peso entre o alimento fornecido e as sobras. Nesta ocasião, foram realizadas amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e guardadas em congelador para análises posteriores.

A coleta de fezes foi realizada diariamente às 7 e às 16 horas, registrando-se a quantidade diária de fezes excretada por animal. Após a homogeneização do material, foi retirada uma alíquota diária variando de 5 a 10%, para confecção de uma amostra composta por animal. As amostras de fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e armazenadas em congelador.

### **2.3. Análises laboratoriais**

#### **2.3.1 Experimento 1**

Os silos foram abertos após cada período de fermentação, sendo coletados aproximadamente 300 g de amostra, em cada período, as quais foram pré-secas em estufas ventiladas durante 72 horas, a 60<sup>0</sup>C. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey, em peneira com malha de 1 mm, sendo submetidas às análises para determinação dos teores de matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); nitrogênio total; extrato etéreo (EE); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN); fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp); fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); lignina; celulose; hemicelulose; nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN); nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA); carboidratos totais (CHO); carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos solúveis em água, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

As análises de fibra insolúvel em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA) (Van Soest et al., 1991) foram feitas utilizando-se autoclave, conforme Pell e Schofield (1993), sendo que em todas as análises para avaliação dos teores de fibra utilizou-se amilase termoestável, para solubilização de compostos amiláceos (Mertens, 2002).

A porcentagem de carboidratos totais (CHO) foi obtida pela equação, segundo Sniffen et al. (1992):  $CHO = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ cinzas})$ . Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela equação, conforme proposto por Hall (2000):  $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ cinzas} + \% \text{ FDNcp})$ .

Em cada período de fermentação, foi colhida uma amostra de 25g de silagem de cada silo para determinação do pH e N-NH<sub>3</sub>, segundo metodologia descrita por Bolsen et al. (1992). Em 25 g de silagem foram adicionados 100 mL de água destilada, permanecendo em repouso por 1 h, realizando-se em seguida a leitura do pH com o uso de um potenciômetro e, em outros 25 g de silagem, foram adicionados 200 mL de solução de ácido sulfúrico 50%, permanecendo em repouso na geladeira por 48 h e, após filtragem em papel de filtro, congelou-se este filtrado para posterior determinação do nitrogênio amoniacal.

Para determinação dos ácidos orgânicos, aproximadamente 10 g de silagem fresca foram diluídas em 90 mL de água destilada e homogeneizadas em liquidificador industrial durante 1 minuto. O extrato aquoso resultante foi filtrado em papel de filtro e, em 2 mL deste foram adicionados 1 mL de solução de ácido metafosfórico 20% e 0,2 mL de ácido fênico, procedendo-se a centrifugação da amostra em seguida. A determinação dos ácidos láctico, acético e butírico foi realizada por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), marca Shimadzu SPD-10, com comprimento de onda de 210 nm. Usou-se uma coluna C-18, de fase reversa, com pressão de 168 kgf e fluxo de 1,5 mL/minuto.

As populações microbianas foram quantificadas na silagem e na forragem antes da ensilagem, utilizando-se meios de cultura seletivos para cada grupo microbiano: Ágar Rogosa (Difco), para quantificação das bactérias do ácido láctico (BAL), sendo as placas incubadas a 37°C/48 h; Violet Red Bile (Difco), para enumeração das enterobactérias (ENT), incubadas a 30°C/24-48 h; RCM (Reinforced Clostridial Medium) (Difco), para enumeração de clostrídeos, incubadas a 37°C/48 h, utilizando jarras de anaerobiose com Anaerobac (Probac), e Batata Dextrose Ágar (BDA) acidificado com ácido tartárico 10%, para enumeração de mofo e leveduras (ML) e incubadas a 25°C/3-6 dias. Em uma amostra de 10g de silagem foram adicionados 90 mL de solução tampão fosfato, obtendo-se a diluição de 10<sup>-1</sup>. Em seguida, diluições sucessivas foram realizadas, objetivando-se obter diluições variando de 10<sup>-1</sup> a 10<sup>-9</sup> e o cultivo foi realizado em placas de Pétri estéreis. Foram consideradas passíveis de contagem, as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (UFC).

### 2.3.2. Experimento 2

Após o término do experimento, as amostras de alimentos fornecidos, fezes e sobras, foram descongeladas à temperatura ambiente, pré-secas em estufas de ventilação forçada a 60°C, por 72 horas, e armazenadas para análises posteriores, segundo Silva e Queiroz (2002).

A porcentagem de carboidratos totais (CHO) das dietas foi obtida pela equação, segundo Sniffen et al. (1992):  $CHO = 100 - (\% PB + \% EE + \% cinzas)$ . Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela equação, conforme proposto por Hall (2000):  $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% cinzas + \% FDNcp)$ .

## 2.4. Análises estatísticas

### 2.4.1. Experimento 1

Os dados referentes à composição bromatológica, ao nitrogênio amoniacal e aos teores dos ácidos orgânicos foram submetidos à análise de variância e de regressão, utilizando-se o programa SAEG-UFV, versão 8.0.

Para a avaliação do pH, em função do período de fermentação, procedeu-se o ajuste dos dados ao modelo não-linear:  $Y_t = A + B \cdot e^{-ct}$ , proposto por Hristov & McAllister (2002), em que: A refere-se ao valor final de pH; B à queda total em t, tendendo ao infinito e C à taxa de declínio da fração B.

### 2.4.2. Experimento 2

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG-UFV versão 8.0.

## 3. Resultados

### 3.1. Experimento 1

#### 3.1.1. Composição bromatológica, pH e populações microbianas das plantas de soja

Na Tabela 1, encontra-se a composição bromatológica; o pH e as populações microbianas das plantas de soja, antes da ensilagem.

**Tabela 1.** Composição bromatológica, pH e populações microbianas das plantas de soja, antes da ensilagem.

Item	Plantas			
	Controle	Inoculada (I) <sup>4</sup>	I + melão <sup>5</sup>	Melão <sup>6</sup>
MS	26,52	24,88	28,46	26,06
MO	92,17	91,71	90,04	90,94
PB <sup>1</sup>	15,09	17,56	18,31	19,92
NIDN <sup>2</sup>	22,68	16,64	14,22	17,46
NIDA <sup>2</sup>	12,82	13,15	9,93	10,58
EE <sup>1</sup>	9,36	10,28	9,98	8,20
CHO <sup>1</sup>	67,72	63,87	61,75	62,82
FDN <sup>1</sup>	45,73	47,11	41,98	43,99
FDNcp <sup>1</sup>	38,41	39,90	37,60	37,18
FDA <sup>1</sup>	31,66	33,26	28,64	29,33
HEM <sup>1</sup>	14,07	13,85	13,34	14,66
CEL <sup>1</sup>	21,27	22,05	19,19	19,35
LIG <sup>1</sup>	8,55	8,54	9,18	8,38
CNF <sup>1</sup>	29,31	23,97	24,15	25,64
CS <sup>1</sup>	7,67	7,71	8,11	7,89
pH	6,42	6,35	6,29	6,32
BAL <sup>3</sup>	4,10	--	--	--
ENT <sup>3</sup>	5,08	--	--	--
CL <sup>3</sup>	5,10	--	--	--
ML <sup>3</sup>	5,0	--	--	--

<sup>1</sup>% da MS, <sup>2</sup>% do NT, <sup>3</sup>UFC/g, <sup>4</sup>Soja com inoculante, <sup>5</sup>Soja com inoculante e 2,5% de melão em pó e <sup>6</sup>Soja com 2,5% de melão em pó.

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido, EE: extrato etéreo, CHO: carboidrato total, FDN: fibra insolúvel em detergente neutro, FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, FDA: fibra insolúvel em detergente ácido, HEM: hemicelulose, CEL: celulose, LIG: lignina, CNF: carboidratos não fibrosos, CS: carboidratos solúveis em água, BAL: população de bactérias do ácido láctico, ENT: população de enterobactérias, CL: população de clostrídeos e ML: população de mofo e leveduras.

### 3.1.2. Composição bromatológica das silagens de soja

Na Tabela 2, encontra-se a composição bromatológica das silagens em função de aditivos e períodos de fermentação.

**Tabela 2.** Composição bromatológica das silagens de soja em função de aditivos (A) e períodos de fermentação (P).

Aditivos	Períodos de fermentação (dias)						Efeito			CV%
	1	3	7	14	28	56	A	P	AXP	
	MS						*	*	ns	2,26
Controle	26,57	26,46	27,49	27,38	28,48	27,61				
Inoculante(I)	26,63	26,36	27,18	27,64	28,34	26,97				
I+melaço	28,11	29,26	29,46	28,71	30,04	28,43				
Melaço	27,93	26,93	27,55	28,49	29,18	28,70				
	MO						*	*	*	0,44
Controle	92,31a	92,69a	92,91ab	92,58ab	93,21ab	93,54a				
Inoculante(I)	92,38a	92,79a	93,17ab	92,52ab	92,91ab	92,43b				
I+melaço	90,91b	91,10b	92,22b	92,30ab	92,52ab	92,77b				
Melaço	90,98b	90,92b	91,32c	91,47b	91,90b	91,68b				
	Equações de regressão									
	${}^1\hat{Y} = 92,13 + 0,21*X$			$R^2 = 0,78$						0,25
	${}^3\hat{Y} = 90,78 + 0,32*X$			$R^2 = 0,73$						0,44
	PB (%MS)						*	*	ns	5,86
Controle	16,93	15,24	13,70	15,20	14,01	14,81				
Inoculante(I)	16,94	15,28	13,85	14,58	14,10	14,79				
I+melaço	14,64	14,33	13,44	13,63	13,46	13,89				
Melaço	16,47	15,35	16,11	14,51	14,25	14,08				
	NIDN (%NT)						*	*	*	3,98
Controle	29,67b	21,76b	19,73bc	18,80b	14,89c	13,67b				
Inoculante(I)	27,16c	21,99b	16,70c	19,94b	18,16ab	18,11a				
I+melaço	22,67d	17,21c	18,09bc	16,20c	16,26bc	17,85a				
Melaço	33,05a	30,02a	24,24a	23,55a	17,72abc	18,66a				
	Equações de regressão									
	${}^1\hat{Y} = 23,68 - 0,21*X$			$R^2 = 0,62$						19,84
	${}^4\hat{Y} = 28,77 - 0,23*X$			$R^2 = 0,64$						16,50
	NIDA (%NT)						*	*	*	4,37
Controle	17,14b	16,12b	12,75bc	11,65c	10,61b	10,13b				
Inoculante(I)	16,63b	12,93c	11,42c	12,52c	12,54a	12,58a				
I+melaço	12,26c	11,21d	12,51bc	17,40a	10,1b	11,56a				
Melaço	18,47a	18,18a	14,82a	13,85b	11,93a	12,57a				
	Equações de regressão									
	${}^1\hat{Y} = 15,07 - 0,11*X$			$R^2 = 0,62$						15,29
	${}^4\hat{Y} = 16,82 - 0,102*X$			$R^2 = 0,58$						13,41
	EE (%MS)						*	ns	*	3,81
Controle	8,70a	8,56b	8,40b	8,70ab	9,85a	8,25b				
Inoculante(I)	8,76a	9,41a	9,22ab	9,35ab	8,88b	9,01a				
I+melaço	8,87a	9,36a	9,49a	8,41b	8,40b	9,09a				
Melaço	8,55a	8,29b	8,79b	8,34b	8,16b	9,19a				
	CHO (%MS)						ns	*	*	3,65
Controle	55,04a	55,88a	55,74a	53,42a	53,91a	51,79b				
Inoculante(I)	54,94a	55,95a	55,62a	54,10a	53,37a	52,43b				
I+melaço	55,73a	54,22a	54,66a	54,12a	53,37a	54,62a				
Melaço	54,23a	55,76a	54,30a	54,37a	53,23a	53,38a				

Equações de regressão						
	${}^1\hat{Y} = 56,74 - 0,70*X$		$R^2 = 0,69$		1,79	
	${}^2\hat{Y} = 56,59 - 0,62*X$		$R^2 = 0,74$		1,42	
FDN (%MS)						
					ns	ns
					*	0,97
Controle	47,66a	46,82a	47,24a	46,86a	47,49a	46,79a
Inoculante(I)	46,91a	46,78a	47,53a	47,39a	47,55a	47,37a
I+melaço	47,09a	47,33a	46,32a	46,63a	47,40a	46,54a
Melaço	46,89a	46,96a	47,02a	47,77a	47,02a	46,68a
FDA (%MS)						
					*	*
					*	2,06
Controle	27,77a	33,96a	32,52a	28,25a	32,25a	33,95a
Inoculante(I)	28,74a	33,49a	32,51a	29,30a	33,54a	32,90a
I+melaço	26,39b	30,04b	30,35b	26,79b	29,72b	31,08b
Melaço	24,93c	28,66c	27,24c	26,71b	29,95b	31,10b
Equações de regressão						
	${}^1\hat{Y} = 7,5 - 0,019*X$		$R^2 = 0,79$		3,17	
	${}^3\hat{Y} = 26,5 + 0,88*X$		$R^2 = 0,66$		5,18	
LIG (%MS)						
					ns	ns
					ns	5,22
Controle	9,13	9,11	8,85	8,71	9,64	8,77
Inoculante(I)	8,57	8,78	8,76	9,15	9,34	9,18
I+melaço	8,64	9,33	8,72	8,57	8,45	8,73
Melaço	9,02	8,86	9,54	8,60	9,23	8,99
Hemicelulose (%MS)						
					*	*
					*	4,60
Controle	19,89b	12,86b	14,72b	18,61b	15,24b	12,84b
Inoculante(I)	18,17c	13,30b	15,02b	18,09b	14,00b	14,47b
I+melaço	20,69ab	17,29a	15,96b	19,85ab	17,68a	15,46a
Melaço	21,96ab	18,30a	19,77a	21,06a	17,07a	15,58a
Equações de regressão						
	${}^4\hat{Y} = 2,24 - 0,98*X$		$R^2 = 0,57$		9,41	
					*	*
					*	3,77
CNF (%MS)						
Controle	51,61a	50,79a	49,66a	44,54b	46,44a	39,20b
Inoculante(I)	51,45a	50,76a	48,92a	46,20b	44,59a	40,18b
I+melaço	52,62a	49,81a	49,89a	46,98b	47,18a	48,68a
Melaço	51,10a	51,60a	49,68a	48,77a	46,33a	45,71a
Equações de regressão						
	${}^1\hat{Y} = 55,06 - 2,30*X$		$R^2 = 0,83$		4,50	
	${}^2\hat{Y} = 54,78 - 0,022*X$		$R^2 = 0,95$		2,28	
	${}^3\hat{Y} = 52,24 - 0,87*X$		$R^2 = 0,61$		2,97	
	${}^4\hat{Y} = 53,23 - 1,24*X$		$R^2 = 0,92$		1,55	

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido, EE: extrato etéreo, CHO: carboidrato total, FDN: fibra insolúvel em detergente neutro, FDA: fibra insolúvel em detergente ácido, LIG: lignina e CNF: carboidrato não fibroso.

<sup>1</sup>Controle

<sup>2</sup>Silagem de soja com inoculante

<sup>3</sup>Silagem de soja com inoculante e melaço

<sup>4</sup>Silagem de soja com melaço

\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Letras iguais em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Excetuando-se os teores de matéria seca, proteína bruta e lignina, observou-se efeito da interação aditivo x período de fermentação ( $P < 0.05$ ) para as demais variáveis.

Observou-se efeito de aditivo e período de fermentação ( $P < 0.05$ ) para os teores de matéria seca e proteína bruta. Já o teor de lignina, não foi influenciado ( $P > 0.05$ ) por nenhum dos fatores e nem pela interação destes.

### 3.1.3. Perfil fermentativo das silagens de soja

Na Tabela 3 encontram-se os valores médios do nitrogênio amoniacal e dos ácidos orgânicos das silagens de soja avaliadas.

**Tabela 3.** Teores médios de nitrogênio amoniacal (%NT) e dos ácidos láctico, acético e butírico das silagens de soja em função de aditivos (A) e períodos de fermentação (P).

Aditivos	Períodos de fermentação (dias)						Efeito			CV%		
	1	3	7	14	28	56	A	P	AXP			
	N-NH <sub>3</sub> (%NT)						Média	*	*	ns	19,62	
Controle	3,43	5,09	6,08	8,87	7,47	12,58	7,25					
Inoculante (I)	3,49	5,19	6,71	7,90	8,78	12,25	7,38					
I + melaço	3,11	4,41	4,77	7,14	6,19	5,94	5,26					
Melaço	3,13	4,16	4,62	5,60	6,90	7,67	5,34					
Equações de regressão												
	<sup>1</sup> $\hat{Y} = 4,47 + 0,14 * X$										R <sup>2</sup> = 0,84	19,94
	<sup>2</sup> $\hat{Y} = 4,87 + 0,14 * X$										R <sup>2</sup> = 0,90	14,45
	<sup>4</sup> $\hat{Y} = 3,97 + 0,76 * X$										R <sup>2</sup> = 0,85	13,63
	Ácido láctico (%MS)							*	*	ns	3,20	
Controle	1,48	2,88	2,81	3,85	4,35	4,77	3,35					
Inoculante (I)	1,99	2,55	3,17	3,45	4,20	4,63	3,33					
I + melaço	2,25	2,64	3,34	3,73	4,10	4,42	3,41					
Melaço	2,49	3,59	3,27	3,54	3,68	4,30	3,48					
Equações de regressão												
	<sup>1</sup> $\hat{Y} = 2,4787 + 0,0486 * X$										R <sup>2</sup> = 0,7138	
	<sup>2</sup> $\hat{Y} = 2,5579 + 0,0427 * X$										R <sup>2</sup> = 0,8204	
	<sup>3</sup> $\hat{Y} = 3,0458 + 0,0295 * X$										R <sup>2</sup> = 0,4521	
	<sup>4</sup> $\hat{Y} = 3,0641 + 0,0230 * X$										R <sup>2</sup> = 0,6623	
	Ácido acético (%MS)							*	*	ns	6,80	
Controle	0,66	0,70	1,43	1,13	1,25	1,66	1,14					
Inoculante (I)	0,49	0,72	0,88	1,02	1,20	1,43	0,95					
I + melaço	0,45	0,51	1,08	0,88	0,94	1,23	0,85					
Melaço	0,33	0,53	0,58	0,66	0,85	0,75	0,61					
Equações de regressão												
	<sup>1</sup> $\hat{Y} = 0,8705 + 0,0148 * X$										R <sup>2</sup> = 0,6122	
	<sup>2</sup> $\hat{Y} = 0,7550 + 0,0152 * X$										R <sup>2</sup> = 0,8302	
	<sup>3</sup> $\hat{Y} = 0,6599 + 0,0108 * X$										R <sup>2</sup> = 0,5818	
	<sup>4</sup> $\hat{Y} = 0,5620 + 0,0049 * X$										R <sup>2</sup> = 0,5858	
	Ácido butírico (%MS)							*	*	ns	4,20	
Controle	0,033	0,040	0,040	0,040	0,043	0,073	0,045					
Inoculante (I)	0,020	0,030	0,030	0,023	0,030	0,030	0,027					
I + melaço	0,020	0,020	0,020	0,020	0,023	0,033	0,022					
Melaço	0,010	0,016	0,013	0,013	0,030	0,036	0,019					
Equações de regressão												
	<sup>1</sup> $\hat{Y} = 0,0333 + 0,0006 * X$										R <sup>2</sup> = 0,8889	
	<sup>3</sup> $\hat{Y} = 0,0190 + 0,0002 * X$										R <sup>2</sup> = 0,9359	
	<sup>4</sup> $\hat{Y} = 0,0132 + 0,0004 * X$										R <sup>2</sup> = 0,8835	

<sup>1</sup>Controle

<sup>2</sup>Silagem de soja com inoculante

<sup>3</sup>Silagem de soja com inoculante e melaço

<sup>4</sup>Silagem de soja com melaço

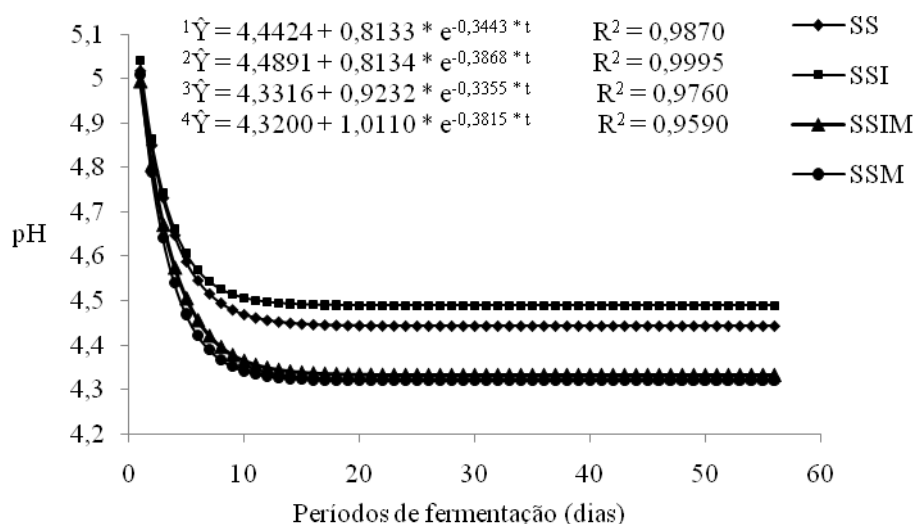
ns: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Letras iguais em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Observou-se efeito (P<0.05) de aditivo e período de fermentação para todas as variáveis, as quais aumentaram linearmente (P<0.05) com o incremento do período de fermentação. Para a amônia, no último dia de fermentação, registraram-se maiores valores para as silagens controle e aquela tratada com inoculante, que por sua vez não diferiram (P>0.05) entre si.

Observou-se maior ( $P < 0.05$ ) teor de ácido lático na silagem controle em relação às silagens aditivadas com inoculante + meloço e meloço, no último dia de fermentação. Para os teores dos ácidos acético e butírico, registraram-se maiores valores ( $P < 0.05$ ) na silagem controle, sendo que o ácido butírico apresentou este comportamento em todos os períodos de fermentação.

Na Figura 1, é apresentada a variação do pH das silagens em função do período de fermentação. Estimaram-se reduções no pH de 0,3443; 0,3868; 0,3355 e 0,3815 unidades por dia de fermentação, para as silagens controle (SS); aquelas tratadas com inoculante (SSI); inoculante + meloço (SSIM) e meloço (SSM), respectivamente. Estimaram-se valores de pH aos 56 dias de fermentação de 4,4424; 4,4891; 4,3316 e 4,32, para as respectivas silagens, cujo valor médio foi de 4,39.



**Figura 1.** Variação do pH das silagens de soja em função do período de fermentação para os respectivos aditivos.

#### 3.1.4. Populações microbianas das silagens de soja

Na Tabela 4, estão apresentadas as populações de bactérias do ácido lático (BAL), enterobactérias (ENT), clostrídios (CL) e mofos e leveduras (ML) das silagens de soja avaliadas nos diferentes períodos de fermentação.

**Tabela 4.** Populações microbianas das silagens de soja, em função de aditivos e períodos de fermentação.

Silagens	Período de fermentação (dias)					
	1	3	7	14	28	56
BAL (log UFC/g)						
Controle	7,35	8,11	8,52	8,95	9,04	8,87
Inoculante (I)	7,64	8,62	8,93	9,10	9,15	8,24
I + melaço	7,77	8,56	8,94	8,62	7,87	8,18
Melaço	7,72	8,48	8,58	8,62	7,05	8,28
ENT (log UFC/g)						
Controle	5,40	4,63	nd	nd	nd	nd
Inoculante (I)	4,43	nd	nd	nd	nd	nd
I + melaço	4,22	nd	nd	nd	nd	nd
Melaço	5,23	3,02	nd	nd	nd	nd
CL (log UFC/g)						
Controle	3,02	nd	nd	nd	nd	nd
Inoculante (I)	2,45	nd	nd	nd	nd	nd
I + melaço	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Melaço	nd	nd	nd	nd	nd	nd
ML (log UFC/g)						
Controle	4,36	3,98	3,71	3,75	3,08	3,15
Inoculante (I)	3,48	3,00	2,94	3,15	2,95	3,10
I + melaço	3,32	2,97	2,89	3,20	3,40	4,22
Melaço	3,66	3,51	3,50	4,42	3,82	4,09

BAL – Bactérias do ácido láctico, ENT – Enterobactérias, CL – Clostrídios e ML – Mofos e leveduras.

nd – não detectado.

Verificou-se numericamente maior população de BAL de 9,15 UFC/g de silagem, aos 28 dias de fermentação, para a silagem com inoculante. A população de enterobactérias atingiu maior valor no primeiro dia de fermentação, para a silagem controle, não sendo detectada sua presença em nenhuma das silagens avaliadas, a partir do sétimo dia de fermentação. Os clostrídios foram detectados apenas no primeiro dia de fermentação, para as silagens controle e com inoculante, e em relação à presença de mofos e leveduras, foram observadas populações entre  $10^0$  e  $10^3$  UFC/g de silagem.

## 3.2. Experimento 2

### 3.2.1. Composição bromatológica dos alimentos

Na Tabela 5, encontra-se a composição bromatológica das silagens de soja e do milho grão moído.

**Tabela 5.** Teores médios da composição bromatológica e pH das silagens de soja e do milho grão moído.

Item	Silagens				Milho grão
	Controle	Inoculada (I)	I+ melaço	Melaço	
MS	22,23	20,35	18,58	20,07	93,42
PB <sup>1</sup>	16,11	15,85	14,86	14,48	7,93
EE <sup>1</sup>	7,92	7,94	7,58	6,99	4,38
MM <sup>1</sup>	9,05	9,13	9,30	10,59	2,70
CHO <sup>1</sup>	66,92	67,08	68,26	67,94	84,99
NDT <sup>1</sup>	76,30	78,17	75,69	75,17	--
FDN <sup>1</sup>	41,39	41,13	40,85	40,58	13,61
FDNcp <sup>1</sup>	35,25	34,14	34,28	34,92	11,70
FDA <sup>1</sup>	29,83	28,86	30,61	31,28	4,66
HEM <sup>1</sup>	12,42	12,93	9,97	9,04	8,98
CEL <sup>1</sup>	35,95	34,55	34,77	37,04	3,75
LIG <sup>1</sup>	10,52	10,40	9,56	9,59	13,55
CNF <sup>1</sup>	31,67	32,94	33,98	33,02	73,29
pH	4,60	4,64	4,52	4,55	--

<sup>1</sup>%MS. MS: matéria seca, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo, MM: matéria mineral, CHO: carboidrato total, NDT: nutrientes digestíveis totais, FDN: fibra insolúvel em detergente neutro, FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, FDA: fibra insolúvel em detergente ácido, HEM: hemicelulose, CEL: celulose, LIG: lignina e CNF: carboidratos não fibrosos.

### 3.2.2. Consumo de nutrientes

Na Tabela 6, encontram-se os consumos médios dos nutrientes das silagens de soja. Observa-se que nenhuma das variáveis foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelas dietas experimentais. Foram registrados consumos médios de 955,86; 123,26; 71,55 e 319,09 g/dia para MS, PB, EE e FDN, respectivamente.

**Tabela 6.** Consumos médios dos nutrientes.

Item	Silagens				Média	CV%
	Controle	Inoculada (I)	I + melação	Melaço		
	Consumos (g/dia)					
MS	1063,91	918,37	927,69	913,47	955,86	32,23
MO	1031,91	890,71	794,68	790,31	876,90	30,73
PB	122,64	134,23	131,11	105,07	123,26	46,14
EE	80,91	71,79	68,41	65,10	71,55	28,91
CHO	711,97	616,04	633,24	620,61	645,46	35,77
FDN	366,07	302,13	311,52	296,64	310,09	36,89
CNF	336,94	302,51	315,23	301,63	314,08	35,70
NDT	812,11	718,88	699,45	687,05	729,37	35,28
	Consumos (% PV)					
MS	1,76	1,53	1,56	1,51	1,59	32,23
CHO	1,18	1,02	1,07	1,03	1,07	35,77
FDN	1,69	1,40	1,46	1,37	1,48	36,89
CNF	0,56	0,51	0,53	0,50	0,52	35,70
NDT	1,35	1,20	1,18	1,14	1,22	35,28
	Consumos (g/kg <sup>0,75</sup> )					
MS	49,18	42,58	43,42	42,20	44,34	32,23
MO	47,70	41,29	37,20	36,51	40,67	24,58
CHO	3,29	2,85	2,96	2,87	2,99	35,77
CNF	1,55	1,40	1,47	1,39	1,45	35,70
NDT	3,75	3,33	3,27	3,17	3,38	35,28

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo e FDN: fibra insolúvel em detergente neutro, CHO: carboidrato total, CNF: carboidratos não fibrosos e NDT: nutrientes digestíveis totais.

### 3.2.3. Digestibilidade aparente dos nutrientes

Na Tabela 7, encontram-se as digestibilidades aparentes médias dos nutrientes das silagens de soja. Verificou-se efeito de dietas ( $P < 0,05$ ) somente para a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos.

**Tabela 7.** Digestibilidades aparentes médias (%) dos nutrientes.

Item	Silagens				Média	CV%
	Controle	Inoculada (I)	I + melação	Melação		
MS	61,63	51,55	50,55	59,50	55,81	24,19
MO	63,61	53,60	53,19	61,08	57,87	22,23
PB	54,04	42,69	45,04	54,86	49,16	22,56
EE	80,32	77,68	71,85	78,24	77,02	8,54
CHO	58,46	57,77	63,72	58,93	59,72	31,85
FDN	29,60	13,19	23,22	26,69	23,17	78,68
CNF	61,87ab	54,83ab	54,27b	62,80a	58,44	7,34

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, EE: extrato etéreo e FDN: fibra insolúvel em detergente neutro, CHO: carboidrato total, CNF: carboidratos não fibrosos e NDT: nutrientes digestíveis totais.

## 4. Discussão

### 4.1. Experimento 1

O teor de matéria seca de 26,5% registrado na forragem, antes da ensilagem, assemelha-se aos 25% preconizados por McDonald et al. (1991) como condição necessária para que as perdas por efluente no silo sejam minimizadas e, portanto, ocorra a manutenção dos nutrientes de suas silagens. Mello Filho et al. (2005), analisando 20 variedades de soja para a produção de silagem, observaram teor médio de matéria seca para a planta de soja, variedade DM 339, de 25,5%, valor este semelhante ao observado no presente estudo. Tobia et al. (2004), avaliando a produção e o valor nutritivo de forragem de soja em condições tropicais adversas, encontraram teor de MS para a planta de soja colhida no estágio R6, de 26,7%.

A diminuição numérica do teor protéico observado para as silagens a partir do terceiro dia de fermentação pode ser explicada pelo aumento da proteólise neste período, como consequência da presença de enterobactérias no início do período de fermentação. Oliveira et al. (2006), avaliando o efeito da inoculação com *Streptococcus bovis* sobre a composição bromatológica de capim-mombaça, observaram redução na população de enterobactérias, o que resultou em redução da proteólise e, conseqüentemente, redução no teor de nitrogênio amoniacal. Tobia et al. (2004) encontraram teor de proteína bruta de 20,2% para a planta de soja, valor este superior ao encontrado neste estudo. Por outro lado, Dias et al. (2009), avaliando a composição bromatológica e as perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja, encontraram teores de 14,1% de PB.

O menor ( $P < 0,05$ ) teor de NIDN e NIDA (%N-total) registrado na silagem controle, aos 56 dias de fermentação, pode estar associado ao maior teor de  $N-NH_3$

nesta silagem, em decorrência da maior taxa de proteólise. No entanto, todas as silagens apresentarem valores de NIDA inferiores a 20%. Segundo Van Soest et al. (1991), forragens com teores de NIDA superiores a 20% do nitrogênio total têm sua utilização comprometida em razão de reduções na disponibilidade de nitrogênio e na digestibilidade da MS.

O menor conteúdo de extrato etéreo (8,25%), na base da MS, observado no último dia de fermentação para a silagem controle parece não ter uma explicação plausível, uma vez que este componente não é alterado ao longo do período de fermentação. No entanto, pode ter ocorrido a perda de nutrientes decorrentes da produção de efluentes e lixiviação de alguns constituintes solúveis (McDonald et al., 1991). Porém, este valor é superior àquele relatado por Mello Filho et al. (2006) para silagem de soja de 4,05%.

Os valores de carboidratos totais obtidos nas silagens, com média de 54% na base da MS, estão de acordo com aqueles relatados por Van Soest (1994). Segundo este autor, os carboidratos totais devem constituir de 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras. Contudo, Magalhães (2007) encontrou 59,88% de carboidratos totais para silagens de soja, valores superiores aos encontrados neste estudo.

O aumento do teor dos constituintes fibrosos das plantas de soja, após a ensilagem, se deve à redução do conteúdo celular de carboidratos solúveis. É importante ressaltar que os trabalhos encontrados na literatura que relatam o efeito dos inoculantes microbianos sobre as frações fibrosas são contraditórios, mostrando elevação ou redução, principalmente da fração FDN.

Apesar de ter sido detectado efeito ( $P < 0,05$ ) da interação aditivo x período de fermentação para os teores de FDN das silagens, observou-se que este constituinte manteve-se inalterado em todas as silagens, ao longo do período de fermentação. Tal comportamento pode ser explicado em virtude de os aditivos usados não afetarem os constituintes da fração fibrosa da parede celular. Isto explica também a ausência de efeito ( $P > 0,05$ ) de aditivos, períodos de fermentação e da interação destes sobre os teores de lignina e celulose (%MS) das silagens. Todavia, a hidrólise ácida da hemicelulose tem sido usada como justificativa para explicar a redução da fração FDN em silagens tratadas com inoculante (Muck, 1996, Penteadó et al., 2006, Zanine et al., 2006). Lima et al. (2009) encontraram teor médio de FDN de 49,2% para silagens de soja.

Os maiores teores ( $P < 0,05$ ) de FDA observados na silagem controle e naquela tratada com inoculante em todos os períodos de fermentação se devem provavelmente

ao menor conteúdo de hemicelulose. Mello Filho et al. (2006), trabalhando com 20 variedades de soja para a ensilagem, verificaram teor médio de FDA de 35,1%. Os efeitos de aditivo, período e da interação destes verificados para os teores de hemicelulose podem ser reflexo destes efeitos sobre os teores de FDN e FDA. Verificou-se que a hemicelulose das silagens é maior que a das plantas e este fato foi de certa forma inesperado, pois geralmente devido à hidrólise ácida da hemicelulose após a ensilagem, ocorre a redução deste constituinte. Contudo, segundo Muck e Kung Jr. (1997) a redução dos teores de hemicelulose das silagens deve-se à presença de hemicelulases na planta ensilada e a efetividade destas enzimas varia significativamente conforme a fonte e o substrato utilizados. Além disto, de acordo com O'Kiely e Flynn (1985) a inclusão de enzimas na confecção de inoculantes pode não ser eficiente na quebra de constituintes que compõem os carboidratos estruturais das células vegetais e, desta forma, fornecer açúcares adicionais como substrato para os microrganismos.

Os maiores valores médios de CNF observados para as silagens com melaço com e sem inoculante ( $P < 0,05$ ), podem ser associados aos maiores teores médios de FDN (%MS) observados nestas silagens. Além disto, a deterioração aeróbia da silagem que pode ocorrer com o passar do tempo, sendo que esta é invariavelmente acompanhada por perdas dos ácidos orgânicos, de proteínas e de carboidratos também pode justificar este efeito (Woolford, 1990).

Embora não tenha havido diferença estatística entre os aditivos, aos 56 dias de fermentação foi observado maior teor médio de N-NH<sub>3</sub> (%N-total) de 4,62%, sendo que valores inferiores a 15% são considerados por Mahana e Chase (2003) como adequados para uma boa fermentação de silagens de leguminosas, já que o nitrogênio amoniacal indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou ainda a ocorrência de um aquecimento excessivo da massa no silo por reações de Maillard (Pigurina, 1991).

O aumento ( $P < 0,05$ ) linear da produção do ácido láctico das silagens em função do período de fermentação pode ser consequência da diminuição da população de enterobactérias e bactérias clostrídicas ao longo do período de fermentação e da predominância de bactérias produtoras de ácido láctico, pois em silagens onde há predominância de enterobactérias e bactérias clostrídicas, as produções de ácido acético e butírico são superiores à produção de ácido láctico (Muck, 1996), apesar do incremento linear no conteúdo de ácido acético das silagens, com o período de fermentação.

A taxa de declínio do pH, que variou de 0,3355 (silagem de soja com inoculante e melão) a 0,3868 (silagem de soja com inoculante) unidades por dia de fermentação, pode ser considerada baixa devido ao baixo teor de carboidratos solúveis em água e a baixa população epifítica de bactérias do ácido lático na planta de soja antes da ensilagem, bem como, ao elevado teor de extrato etéreo afetando a fermentação da massa ensilada e um rápido abaixamento do pH. Os valores estimados de pH das silagens controle; com inoculante; com inoculante e melão e com melão aos 56 dias de fermentação de 4,44; 4,49; 4,33 e 4,33 respectivamente, encontram-se próximos daquele de 4,5 estabelecido por Mahana e Chase (2003) para silagens de leguminosa, que se estabilizam em pH mais elevado. Segundo Muck e Kung Jr. (1997), os inoculantes proporcionaram êxito em silagens de gramíneas e leguminosas, apresentando redução de pH em 59 a 64% dos experimentos avaliados. Pereira et al. (2007), avaliando o perfil fermentativo e a recuperação de matéria seca de silagens de soja tratadas com inoculante e melão em pó, observaram menores valores de pH para as silagens tratadas com estes aditivos.

A população de bactérias do ácido lático de 4,1 UFC/g de forragem, observada para a planta de soja, situa-se abaixo daquela de  $10^5$  UFC/g de forragem fresca, preconizada por Muck (1991) como mínima necessária para que perdas significativas deixem de ocorrer ao longo da fermentação, em decorrência da fermentação láctica das silagens. Contudo, a maior população de BAL de 9,15 log UFC/g de silagem, aos 28 dias de fermentação, na silagem inoculada, se deve provavelmente a contribuição das BAL presentes no inoculante. Entretanto, a silagem tratada com inoculante e melão deveria resultar em uma maior população destes microrganismos, fato este verificado somente no sétimo dia de fermentação para este tratamento. Pereira et al. (2007), avaliando as populações microbianas em silagens de três variedades de soja, tratadas com inoculante, verificaram que as silagens inoculadas apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) população de bactérias do ácido lático e, os autores atribuíram este efeito ao fornecimento de açúcares solúveis, que estimulam a fermentação láctica, associado à presença do inoculante, sugerindo que houve maior crescimento de bactérias lácticas no meio.

A não detecção de enterobactérias em todas as silagens a partir do sétimo dia de fermentação, pode ter ocorrido devido ao abaixamento do pH das silagens (Figura 1), pois estes microrganismos se desenvolvem em faixas de pH mais elevadas (McDonald et al., 1991). Ainda de acordo com esses autores, a diminuição das ENT melhora a

qualidade da silagem, pois este grupo bacteriano fermenta açúcares formando ácido acético e gás carbônico, aumentando as perdas de matéria seca e energia da silagem, além de formarem amônia a partir de estruturas protéicas, sendo a amônia um agente inibidor do consumo voluntário pelos animais. Luis e Ramirez (1988) relataram que, normalmente, as enterobactérias multiplicam-se até aproximadamente o sétimo dia de fermentação, quando são substituídas pelos grupos lácticos. Contudo, esses microrganismos apresentam grande poder de sobrevivência e podem ser encontradas até os 30 dias de fermentação, devido a sua habilidade de crescimento em condições de anaerobiose e por se protegerem, quando condições adversas são encontradas, tal qual acontece sob valor de pH muito baixo.

Bolsen et al. (1992) observaram população de enterobactérias de  $10^4$  e  $10^2$  UFC/g de silagem de milho, após 42 e 120 dias de fermentação, respectivamente. No entanto, pesquisas com silagens de diferentes plantas forrageiras, têm demonstrado que esses grupos microbianos sofrem grandes reduções até o décimo dia de ensilagem, podendo ou não desaparecer por completo até o final do período de conservação (Meeske et al., 1999).

Não foi detectada a presença de clostrídios a partir do terceiro dia de fermentação para todas as silagens avaliadas e este fato pode apresentar duas justificativas: a população epifítica de bactérias ácido lácticas da planta inibiu a presença de clostrídios ou as bactérias ácido lácticas presentes no inoculante microbiano foram eficientes em colonizar o material ensilado, reduzindo os clostrídios, uma vez que estas bactérias têm sido adicionadas às silagens com o objetivo de estimular a fermentação láctica acelerando a queda do pH e melhorando a preservação do material ensilado (Filya, 2003).

A presença de mofos e leveduras ao longo do período de fermentação em todas as silagens, pode indicar que a quantidade de ácidos graxos voláteis produzida não foi suficiente para inibir a produção destes microrganismos, conforme sugerem Weinberg et al. (1993). Outra explicação para tal fato pode ser que, apesar da rápida e eficiente produção de ácido láctico e redução do pH, decorrente da inoculação com bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico, a população de leveduras continuou a se desenvolver, pois estas podem crescer em pH baixo (Lindgren et al., 1985). Portanto, alta concentração de ácido láctico nem sempre tem efeito positivo sobre a estabilidade aeróbia e a inibição do crescimento de leveduras (Woolford, 1975).

## 4.2. Experimento 2

A ausência de efeito ( $P > 0,05$ ) de dietas sobre o consumo dos nutrientes, de certa forma é surpreendente. O consumo médio de matéria seca registrado para as silagens de 1,59% do peso vivo pode ser considerado baixo e, pode estar associado ao elevado conteúdo de extrato etéreo (7,61%) das silagens de soja avaliadas, pois quando o teor de extrato etéreo excede 6 a 7% na base da MS, pode resultar em reduções na fermentação ruminal, na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem (Van Soest, 1994). Além disto, conforme Minson (1990), as silagens podem apresentar consumo inferior em relação à forragem “in natura”, o que é atribuído aos produtos da fermentação (ácido acético e ácido láctico) e a outros fatores, como a mudança na estrutura física da silagem, produtos da hidrólise da proteína e redução de pH.

Contudo, os consumos observados neste experimento estão dentro do esperado para ovinos adultos confinados, estando próximos daqueles observados por Pilar et al. (1994). Porém, os consumos de matéria seca foram maiores que os observados por Almeida et al. (1995), sendo que estes autores observaram consumos similares entre silagens de girassol e milho, e consumo menor para silagens de sorgo.

Magalhães et al. (2007), em ensaio com bovinos para determinar o valor energético de diferentes volumosos encontraram consumos médios de matéria seca para silagem de soja, em %PV, de 1,27% e consumos médios, em Kg/dia, de 3,70; 0,63; 0,40 e 0,45 para matéria seca; proteína bruta; extrato etéreo e carboidratos não fibrosos, respectivamente.

Rigueira et al. (2007), avaliando o consumo e a digestibilidade total e parcial dos nutrientes, em bovinos de corte fistulados no rúmen e no abomaso, recebendo dietas contendo silagem de soja; silagem de soja com inoculante microbiano; silagem de soja com inoculante e melão e silagem de soja com melão, sendo as dietas isonitrogenadas com 13% de proteína bruta e com relação volumoso:concentrado de 70:30, na base da matéria seca, também não verificaram efeito de tratamento sobre os consumos de nutrientes, expressos em kg/dia, assim como suas respectivas digestibilidades aparentes totais, ruminais e intestinais.

Também Mader et al. (1985) e Phillip et al. (1990) não observaram resultados positivos da inoculação sobre o consumo de silagem de alfafa.

Kung Jr. e Muck (1997), em artigo de revisão sobre resposta animal a inoculantes microbianos, envolvendo 15 estudos, registraram respostas positivas dos inoculantes

sobre o ganho de peso, em 53% dos trabalhos avaliados, e em 28% dos estudos, de um total de 67, para o consumo.

A ausência de efeito ( $P > 0,05$ ) de dietas sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, exceto para a digestibilidade dos CNF, se deve provavelmente ao consumo similar de nutrientes das dietas. Além disso, nas silagens contendo melaço, a baixa digestibilidade pode estar associada ao nível de melaço em pó adicionado à silagem de soja, pois de acordo com Pahlow et al. (2003) excesso de carboidratos pode ser utilizado por microrganismos, como leveduras, que se desenvolvem em meios com pH muito reduzido e elevada quantidade de açúcares residuais em silagem, comprometendo desta forma o valor nutritivo e a palatabilidade da mesma, com conseqüente reflexo no consumo.

A digestibilidade aparente média da matéria seca de 55,8% é inferior aquela de 68%, registrada por Lima (1992), para a silagem de soja, em ensaio com ovinos, por Barros et al. (1992), que descreveram valores para a digestibilidade aparente em ovinos e caprinos de aproximadamente 60%. Magalhães et al. (2007), em ensaio com bovinos avaliando diferentes volumosos verificaram valores médios para a silagem de soja de 63,51; 78,12 e 89,81 para as digestibilidades da matéria seca; proteína bruta e extrato etéreo, respectivamente, valores superiores aos verificados neste estudo.

Contudo, Muck e Kung Jr. (1997) relataram que a inoculação melhorou a digestibilidade da matéria seca das silagens em cerca de 30% de um total de 82 estudos avaliados, porém, a causa deste efeito ainda não é completamente clara, devido ao fato das bactérias ácido lácticas não degradarem componentes da parede celular, ou qualquer outro componente que limite a digestibilidade (Muck, 1993).

O efeito de aditivo ( $P < 0,05$ ) sobre a digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos observado para as silagens controle, inoculada e aquelas com melaço pode ser associado à proliferação das bactérias do ácido láctico bem como uma adequada concentração de carboidratos solúveis nestas silagens, já que alguns pesquisadores relataram que a predominância das bactérias homofermentativas produtoras de ácido láctico e a presença de carboidratos fermentescíveis no meio, podem melhorar a digestibilidade da silagem (Harrison et al., 1989). Além disto, as leguminosas apresentam maior digestibilidade em relação às gramíneas, assim possíveis diferenças no tipo da fibra existente entre gramíneas e leguminosas poderiam explicar diferentes respostas da digestibilidade da fibra à inoculação microbiana, uma vez que, de acordo

com Phillip et al. (1990), é comum encontrar respostas positivas com leguminosas, mas negativas com gramíneas.

Contudo, Guim et al. (1995) utilizando inoculante observaram melhora na digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e dos nutrientes digestíveis totais em silagem de milho com alto teor de MS (37%), não tendo efeito em silagens com baixo teor de MS (25%).

## 5. Conclusões

### 5.1. Experimento 1

A adição de inoculante microbiano, associada ou não ao melaço em pó, por ocasião da ensilagem da soja melhora o perfil fermentativo das silagens, resultando em menores valores de pH, dos ácidos acético e butírico e de amônia.

### 5.2. Experimento 2

Silagens de soja tratadas com inoculante microbiano e melaço, associados ou não, não alteram o consumo e nem a digestibilidade aparente total dos nutrientes em ovinos.

## 6. Literatura citada

- ALMEIDA, M.F., de; TIESENHAUSEN, I.M.E.V.V. e AQUINO, L.H. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n.3, p.315-321, 1995.
- BARROS, N.F.; KAWAS, J.R.; LOPES, E.P. et al. Estudo comparativo de leguminosa nativa com caprinos e ovinos, no semi-árido do estado do Ceará. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.11, p.1551-1555, 1992.
- BOLSEN, K. K.; LIN, C.; BRENT, B. E.; FEYERHERM, A. M.; URBAN, J. E.; AIMUTIS, W. R. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 75, n.11, p.3066-3083, 1992.
- BREIREM, K.; ULVESLI, O. **Ensiling methods**. Herbage Abstracts, Aberystwyth, v.30, n.1, p1-8, 1960.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-

- elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CAI, Y.; BENNO, Y.; OGAWA, M. et al. Influence of *Lactobacillus* spp. From an inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc* spp from forage crops on silage fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 64, p. 2982-2987, 1998.
- CHEN, J.; STOKES, M.R.; WALLACE, C.R. Effects of enzymeinoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.501-512, 1994.
- COELHO DA SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. 380p, 1979.
- COFFEY, K.P.; GRANADE, G.V.; MOYER, J.L. Nutrient contents of silages made from whole-plant soybeans. **The Professional Animal Scientist**, 11:81-87, 1995.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. **Animal Production, Edinburgh**, v.19, n.1, p.67-76, 1974.
- DIAS, F. J. ; JOBIM, C. C.; SORIANI FILHO, J. L.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H.; POPPI, E. C. e SANTELLO, G. A. Composição química e perdas totais de matéria seca na silagem de planta de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 1, p. 000-000, 2010, 2009.
- EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; ABREU, J. G. et al. Produção de silagem de capim marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Revista Ciência Agrotecnica**. v.28, n.2, p.446-452, 2004.
- FILYA, I. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Low Dry Matter Corn and Sorghum Silages. **Journal of Dairy Science**, v. 11, 86:3575–3581, 2003.
- GRIFFIN, T. Soybean silage as alternative silage, 2000. In: [http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean\\_silage.htm](http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean_silage.htm) (Consultado em 18/02/2006).
- GUIM, A., ANDRADE, P.; MALHEIROS, E. B. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente de silagens de milho (*Zea mays* L). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.6, p.1045-1053, 1995.

- GUIM, A.; FREITAS, A. R.; SOUZA, G. B. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente das silagens de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 6, p. 1054-61, 1995.
- HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.
- HARRISON, J. H.; SODERLUND, S. D.; LONEY, K. A. Effect of inoculation rate of selected strains of lactic acid bacteria on fermentation and *in vitro* digestibility of grass-legume forage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.72, p.2421, 1989.
- HENDERSON, C. The effects of fatty acid on pure cultures of rumen bacteria. **The Journal Agricultural Science**, Cambridge, v.81, n.1, p.107-112, 1973.
- HENRIQUE, W.; BOSE, M. L. V. Efeito de aditivos enzimo-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 2, n. 3, p. 429-38, 1992.
- HRISTOV, A.N.; McALLISTER, T.A. Efeito de inoculante na fermentação da silagem de cevada e no desaparecimento da matéria seca. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 510-516, 2002.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, supl., p.101-121, 2007.
- KUNG, L., Jr., and R. E. MUCK, 1997. Animal Response to silage additives. Proc. from the Silage: Field to Feedbunk North American Conference. NRAES -99. Pages 200-210.
- KUNG, L., JR., J. H. CHEN, E. M. KRECK, and K. KNUTSEN. Effect of microbial inoculants on the nutritive value of corn silage for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 76:3763, 1993.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.132, p.50-57, 1985.
- LEONI, E.F.; FREGONESI, J.A.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes proporções de feno de capim Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e soja crua moída e comportamento alimentar de ovinos. In: Semina: **Ciências Agrárias, Londrina**, v.27, n.4, p.685-694, 2006.
- LIMA, R.; LOURENÇO, M.; DÍAZ, R. F.; CASTRO, A., FIEVEZ, V. Effect of combined ensiling of sorghum and soybean with or without molasses and

- lactobacilli on silage quality and *in vitro* rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, 155 (2010), 122-131, 2009.
- LIMA, J. A. **Qualidade e valor nutritivo da silagem mista de capim elefante [*Pennisetum purpureum*, Schum] e soja [*Glycine max* (L.) Merrill], com e sem adição de farelo de trigo.** 1992. 62 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.
- LINDGREN, S.; PETTERSSON, K.; KASPERSSON, A.; JONSSON, A.; LINGVALL, P. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.36, p.765-774, 1985.
- LINDGREN, S.; PETTERSSON, K.; JONSSON, A.; LINGVALL, P.; KASPERSSON, A. Silage inoculation – selects strains, temperature, witting and practical application. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Uppsala, v.15, p.9-18, 1984.
- LINDGREN, S.; LINGVALL, P.; KASPERSSON, A.; KARTZOW, A.; RYDBERG, E. Effect of inoculants, grains, and formic acid on silage fermentation. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Uppsala, v.13, p.91-100, 1983.
- LUIS, L.; RAMIREZ, M. Evolución de la flora microbiana en ensilaje de king grass. **Pastos y Forrajes**, v. 11, p. 249-253. 1988.
- MADER, T.L., BRITTON, R.A., KRAUSE, V.E. et al. 1985. Effects of additive on alfalfa silage fermentation characteristics and feedlot performance of steers. **Journal of Dairy Science**, 68 (7): 1744-1747.
- MAGALHÃES, K. A. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos.** Viçosa, MG: UFV, 2007. 281p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- MAHANA, B.; CHASE, L.E. Practical application and solution to silage problems. In: **SILAGE SCIENCE AND TECHNOLOGY**. Madison. **Proceedings...** Madison: ASCSSA-SSSA, Agronomy 42, p. 31-93, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2. ed. Aberystwyth: Chalcombe Publications, 340 p., 1991.
- MEESEKE, R.; BASSON, H.M.; CRUYWAGEN, C.W. The effect of a lactic acid bacterial inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of *Digitaria eriantha* silage. **Animal Feed Science and Technology**, 81 (3/4):237-248. 1999.

- MELLO FILHO, O.L. **Avaliação de variedades e progênies de soja para a produção de silagem**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 84p. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. New York: Academic Press. 483p. 1990.
- MOORE, J. E.; KUNKLE, W. E.; ROCHINOTTI, D. et al. Associative effects: Are they real (?) and accounting for them in ration formulation. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 59, 1997, **Proceedings...**, Ithaca: Cornell University, p.1-10, 1997.
- MUCK, R. E.; KUNG Jr., L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE FIELD TO FEEDBUNK. Pennsylvania. **Proceedings...**, New York:NRAES, n.99, p.187-199, 1997.
- MUCK, R. Inoculant of silage and its effects on silage quality. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES. **Proceedings...**, US Dairy forage Research, p. 43-52, 1996.
- MUCK, R. E. The role of silage additives in making high quality silage. In: SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL. 1993. New York. **Proceedings...**, New York:NRAES, n.67, p.106-116, 1993.
- MUCK, R. E. Silage fermentation. In: **Mixed Cultures in Biotechnology**. New York:McGrow Hill Inc., cap.7, p.171-204. 1991.
- MUCK, R. E. Initial bacterial numbers on Lucerne prior to ensiling. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.44, n.1, p.19-25, 1989.
- MULLER, T.; FEHRMANN, E.; SEYFARTH, W.; KNABE, O. Quality of grass silage depending on epiphytic lactic acid bacteria. In: PAHLOW, G.; HONING, H. *Forage Conservation Towards 2000*. Braunschweig Germany: Landbauforschung Völkenrode, p.297, 1991.
- MUÑOZ, A.; HOLT, E.; WEAVER, R. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, 75, p.147-149, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: 381p., 2001.

- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E. Silagem consorciada de milho (*Zea mays L.*) com leguminosas: produção e composição bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.33-38, 1992a.
- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E. Silagem de milho (*Zea mays L.*) consorciado com leguminosas na alimentação animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.39-44, 1992b.
- OBEID, J.A.; ZAGO, C.P.; GOMIDE, J.A. Qualidade e valor nutritivo de silagens consorciadas de milho (*Zea mays L.*) com soja anual (*Glycine Max (L) Merrill*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, n.41, p.439-446, 1985.
- O'KIELY, P.; FLYNN, V. Silage additives and preservatives. In: CATTLE PRODUCTION SEMINAR, 1985, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Grange Research Center, 1985. p.101-115.
- OLIVEIRA, J.S.; MANTOVANI, H.C.; SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; CARVALHO, G.G.P.; PEREIRA, O.G.; VIEIRA, B.R. Efeito da inoculação com *Streptococcus bovis* isolado de rúmen sobre o pH, a produção de amônia e o desenvolvimento de bactérias lácticas e enterobactérias em silagens de capim-mombaça. In: **43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, João Pessoa, 2006. Anais... João Pessoa – PB (CDROM).
- 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, p.31-94, 2003.
- PAHLOW, G.; RUSER, B.; HONIG, H. Inducing aerobic instability in laboratory scale silages. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE. Uppsala. **Proceedings...**, Uppsala: Swedwn, 1999,12, p.253-254, 1991.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.1063-1073, 1993.
- PENTEADO, D.C.S.; SANTOS, E.M.; PEREIRA, O.G. Inoculação com *Lactobacillus plantarum* proveniente da microbiota epifítica sobre o desenvolvimento das populações microbianas, pH e nitrogênio amoniacal em silagens de capim-mombaça. In: **Congresso Nacional de Zootecnia-Zootec**. Anais... Recife, UFRPE-Recife, 2006 (CDROM).
- PEREIRA, O.G; SANTOS, E.M; ROSA, L.O; PEREIRA, D.H. Perfil fermentativo e recuperação de matéria seca de silagem de soja tratadas com inoculantes e

- melaço-em-pó. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2007, Jaboticabal. *Anais...Jaboticabal*.
- PEREIRA, O. G.; ROCHA, K. D.; FERREIRA, C. L. L. F. Composição química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1742-1750, 2007.
- PHILLIP, L.E., UNDERHILL, L., GARINO, H. Effects of treating lucerne with an inoculum of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation, and upon the nutritive value of the silage for lambs. **Grass Forage Sci.**, 45(3):337-344, 1990.
- PIGURINA, F. Factores que afectan em valor nutritivo y la calidad de fermentacion de ensilajes. In: **Pasturas y producción animal de áreas organaderia intensiva**. Montevideo: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, (Serie Tecnica, 15), p. 77-92, 1991.
- PILAR, R.C., PIRES, C.C., RESTLE, J., *et al.* Desempenho em confinamento e componentes do peso vivo de diferentes genótipos de ovinos abatidos aos doze meses de idade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.24, n.3, p.607-612, 1994.
- RANJIT, N. K.; KUNG JR, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.83, p.526-535. 2000.
- RIGUEIRA, S. P. J. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2007. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- ROCHA, D. K. **Silagens de capim-elefante cv. cameroon, de milho e de sorgo, produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos: populações microbianas, consumo e digestibilidade**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2003. 93p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- RODRIGUES, P. H. M.; RUZANTE, J. M.; SENATORE, A. L.; LIMA, F. R.; MELOTTI, L.; MEYER, P. M. Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.538-545, 2004.
- RODRIGUES, P. H. M.; ANDRADE, S. J. T.; FERNANDES, T. et al. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-láticas. 4. Inoculação da silagem de

- capim-elefante. In: **38ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Piracicaba, 2001. Anais...** Piracicaba, SBZ, p. 911-913. 2001.
- RUIZ, E.M., RUIZ, A. Metodologias para investigaciones sobre conservación y utilización de ensilagens. In: **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Nutrición de ruminantes: guía metodológico de cooperación.** San José, p. 179-218, 1990.
- SILVA, A.V. **Populações Microbianas em Plantas de Milho e Sorgo, Produtos da Fermentação e Desempenho de Bovinos de Corte, Suplementados com Suas Silagens, Tratadas com Inoculantes Microbianos.** Viçosa, MG: UFV, 2001. 122 p. (Dissertação). Mestrado em Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3ª ed. Viçosa, UFV. Impr. Universitária, 235p, 2002.
- SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 156-186, 1975.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D. VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science.** v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SPECKMAN, C. A.; PHILIPS, R. M.; LINNERTZ, D. P.; BERGER, J. C. A.; CARVER, L. A.; PARKER, R. B. A survey for indigenous *Lactobacillus species* on standing field corn at ensiling maturity. **Journal of Dairy Science,** Savoy, p.53-99, 1981.
- STOKES, M. R.; CHEN, J. Effect of an enzyme-inoculant mixture on the course of fermentation of corn silage. **Journal of Dairy Science,** Savoy, v. 77, p.3401-3409, 1992.
- TOBIA C., VILLALOBOS E. Producción y valor nutricional del forraje de soya en condiciones tropicales adversas. **Agronomía Costarricense.** 28(1): 17-25, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. Manual do usuário, 138p. (versão 8.0).
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca, New York : Cornell University, 476p.,1994.

- 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.10, p.3583-3597, 1991.
- VARNER, D. Harvesting Of Frost Damaged Soybeans. nufacts information center. Number 485. Reviewer: RASBY, R. University of Nebraska – Lincoln. January of 1999. <http://nufacts.unl.edu/485.htm> . (Consultado em 29/08/ 2006).
- VILELA, D.; CRUZ, G. M.; CARVALHO, J. L. H. Efeito de alguns aditivos sobre a qualidade e valor nutritivo da silagem de capim-elefante. Coronel Pacheco: **EMBRAPA/CNPGL-Circular Técnica**, v. 15, 15p. 1982.
- WEINBERG, Z. G.; G. ASHBELL; Y. Hen, and A. Azrieli. The effect of applying lactic acid bacteria at ensiling on the aerobic stability of silages. **J. Appl. Bacteriol.** 75:512–518, 1993.
- WIEDERHOLT, R. and ALBRECHT, K. Using soybean as forage. **Focus on forage**, v.5, n.13, 2002. 2p.
- WILKINSON, J. M. Silage made from tropical and temperate crops. 1 The ensiling process and its influence on feed value. **World Anim. Rev.**, n 45, p36-42, 1983.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.
- WOOLFORD, M. K. Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential silages additives. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.26, n.2, p.229-237. 1975.
- ZAGO, C.P.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. Desempenho de novilhos zebu alimentados com silagens consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja (*Glycine Max* (L) *Merril*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, n.4, p.510-514, 1985.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.D.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**. v.55, n.209, p.75-84, 2006.

### **Conclusão geral**

A adição de inoculante e, ou, melaço em pó à silagem de soja melhora o perfil fermentativo, resultando em aumento dos teores de ácido láctico, bem como menores valores de amônia. Contudo, a adição desses aditivos, de forma isolada ou em associação, não influencia o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas à base de silagem de soja.