

ALMIR VIEIRA SILVA

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

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Gra-
duação em Zootecnia, para obtenção
do título de “Doctor Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

ALMIR VIEIRA SILVA

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
MILHO PELA UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS
DE ANÁLISE UNI E MULTIVARIADAS

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-Gra-
duação em Zootecnia, para obtenção
do título de "Doctor Scientiae".

APROVADA: 20 de dezembro de 2001.

Prof. Célia Lúcia de Lucas F. Ferreira
(Conselheira)

Prof. Sebastião de C. Valadares Filho

Prof^a Karina Guimarães Ribeiro

Prof. Paulo Roberto Cecon

Prof. Odilon Gomes Pereira
(Orientador)

A Deus, pela dádiva da vida.

À minha Mãe, Zulmira Silva.

Ao meu Pai, Jacy Vieira da Silva (*in memoriam*).

Ao meu irmão Hamilton.

Ao Tio Elias (*in memoriam*).

Dedico este trabalho e agradeço os exemplos
práticos de postura essenciais à formação
do meu caráter.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente aos Departamentos de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento parcial desta tese.

Ao Professor Odilon Gomes Pereira, pela confiança, presteza, amizade e pelos ensinamentos.

À Professora. Célia Lúcia de Luces Fortes Ferreira e aos seus familiares, pela admirável simplicidade, competência, seriedade e amizade.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela constante boa vontade e contribuições essenciais à elaboração da tese.

À Prof^a Karina Guimarães Ribeiro, pelo apoio, pela amizade e pelo companheirismo.

Ao Pesquisador Richard E. Muck, pelas oportunidades, pelos ensinamentos e pela amizade.

À Monsanto, na pessoa do Dr. Dimas Antônio Bel Bosco Cardoso, pelo fornecimento das sementes de milho e sorgo utilizadas neste trabalho.

Ao Sr. Sérgio Fontes, ex técnico da Alltech do Brasil e ao Sr. Décio Serrano Amorim, consultor técnico da Christina Hansen do Brasil, pelo fornecimento dos inoculantes microbianos utilizados neste trabalho.

Ao Professor Rasmô Garcia, pela profundidade dos ensinamentos e amizade.

Ao Professor Rogério de Paula Lana, pela amizade e pelo apoio fundamental à elaboração desta tese.

Ao Professor Paulo Roberto Cecon, pela constante boa vontade e contribuições nas análises estatísticas.

Ao Professor Marcelo Teixeira Rodrigues, pela confiança, motivação, amizade e pelo exemplo de conduta ética.

À Professora Maria Ignez Leão, pela amizade, simplicidade e fistulação dos animais experimentais.

À Professora Elizabeth da Cruz Cardoso, pelo incentivo incondicional, pela confiança, presteza e amizade sincera.

Ao Professor Wiliam Gomes Vale, pelo apoio, motivação, pela confiança e amizade.

À Maria Cristina Manno, pela ajuda nas análises laboratoriais, amizade e alegria e ao seu esposo, Kedson Raul Souza Lima, pela amizade sincera e presteza.

Aos funcionários da Central de Experimentação e Extensão do Triângulo Mineiro, especialmente ao Sebastião e Paulo, pela contribuição direta na execução das atividades experimentais.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial aos Senhores(as) Joécio, Fernando Afonso, Rosana, Márcia e Cleone pela amizade e constante presteza.

Aos colegas, funcionários e professores do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, pela agradável convivência durante as análises de ácidos graxos voláteis.

Aos amigos do peito, Paulo Campos C. Fernandes e Maria do Carmo, pelo espírito de irmandade e comunhão de conhecimentos, fundamentais à execução deste trabalho.

À Wal, pela constante presença, amizade e companheirismo.

Ao verdadeiro amigo Marco Antônio de Oliveira, pela convivência alegre e companheirismo.

À Colega Ana Clara Cavalcante, pelo apoio nos momentos difíceis, coleguismo e respeito.

Ao casal Cristina e Fábio, pelo carinho especial e companheirismo.

À Elizabeth, Maurício e Daniel, constantes incentivadores, companheiros, amigos e muito mais.

Ao colega Antônio Gesúaldi Jr. e esposa, pelo espírito de cooperação e amizade.

Aos colegas Fabiano Cavalcante, Miguel Gontijo e Américo, pela convivência agradável e constante boa vontade em dividir conceitos técnicos, assim como experiências de vida.

Aos colegas do Departamento de Zootecnia Luciano Cabral, Ricardinho, Cláudio, Luciana e Francisco Rennó, Joanis, Rivelino Rovetta, Cristina Veloso, Alexandre, Mara, Magno, Fernando, Salete e Viviane, pela convivência construtiva e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Bactérias Lácticas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV, especialmente à Rose, Lorena, Márcia e Ferlando, e aos prestativos estagiários.

Àqueles que com fé, humildade e desejo sincero dedicaram-me suas preces, acreditando no engrandecimento de um simples ser humano.

Às pessoas que diretamente ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade e que sempre serão lembradas com respeito, carinho e amizade.

BIOGRAFIA

Almir Vieira Silva, filho de Jacy Vieira da Silva e Zulmira Silva, nasceu em Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, em 28 de novembro de 1966.

Em janeiro de 1994, graduou-se em Agronomia na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Campus de Alegre.

Defendeu tese de Mestrado, no curso de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), na área de Nutrição Animal, em outubro de 1996.

Trabalhou no Departamento de Ciência Animal da Universidade de Wisconsin, de janeiro a julho de 1997.

Trabalhou no Centro de Pesquisas de Plantas Forrageiras para Bovinos Leiteiros dos Estados Unidos da América (USDFRC), de julho a agosto de 1997.

Defendeu tese de doutorado, no curso de Zootecnia, na área de Forragicultura e Pastagens, no dia 20 de dezembro de 2001, na Universidade Federal de Viçosa.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
Populações Microbianas e Produtos da Fermentação em Silagens de Milho e Sorgo, Tratadas Com Inoculantes Microbianos	6
RESUMO	6
ABSTRACT	7
Introdução	8
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	15
Conclusões	29
Referências bibliográficas	30
Composição Bromatológica e Digestibilidade “ <i>in vitro</i> ” da Matéria Seca de Silagens de Milho e Sorgo, Tratadas Com Inoculantes Microbianos	34
RESUMO	34
ABSTRACT	36
Introdução	38
Material e Métodos	40
Resultados e Discussão	42
Conclusões	59
Referências bibliográficas	59

Consumo e Digestibilidades Aparentes Total e Parcial de Nutrientes, em Bovinos Recebendo Dietas Contendo Silagens de Milho e Sorgo, Com e Sem Inoculante Microbiano	63
RESUMO	63
ABSTRACT	64
Introdução	65
Material e Métodos	68
Resultados e Discussão	75
Conclusões	82
Referências bibliográficas	82
Consumo, Digestibilidade e Desempenho de Novilhos Holandês x Zebu Recebendo Dietas à Base de Silagens de Milho e Sorgo Com e Sem Inoculante Microbiano	87
RESUMO	87
ABSTRACT	89
Introdução	90
Material e Métodos	93
Resultados e Discussão	95
Conclusões	101
Referências bibliográficas	101
2. RESUMO E CONCLUSÕES	104
APÊNDICES	112

RESUMO

SILVA, Almir Vieira, D.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2001.
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. Orientador: Odilon Gomes Pereira. Conselheiros: Célia Lúcia de Lucas Fortes Ferreira e Rasmô Garcia.

Foram conduzidos três experimentos, em áreas do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, objetivando-se avaliar as populações microbianas, a perda de matéria seca (PMS), o pH, a relação nitrogênio amoniacal/Ntotal, os teores de ácidos orgânicos, a composição bromatológica e a digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) de silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculantes microbianos, em diferentes períodos de armazenamento, no primeiro experimento; o consumo e as digestibilidades aparentes total e parcial dos nutrientes, a taxa de passagem, a concentração de amônia e o pH ruminais em bovinos Holandês x Zebu, recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculante microbiano, no segundo experimento; o consumo, o ganho de peso vivo, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça, de bovinos Holandês x Zebu, usando-se as mesmas dietas do ensaio anterior, num terceiro experimento. No primeiro experimento, observou-se que os inoculantes microbianos não favoreceram a queda do pH e a relação de N-NH₃/Ntotal.

Contudo, verificaram-se maiores teores de ácido láctico nas silagens de milho. Independente do inoculante usado, registraram-se maiores teores de ácido butírico na silagem de sorgo, em relação à de milho. As populações bacterianas quantificadas em plantas de milho e sorgo foram suficientes para garantir uma boa fermentação no silo. Os inoculantes microbianos promoveram reduções nos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e celulose, e aumentos na DIVMS das silagens de milho. Estimaram-se valores máximos de DIVMS de 71,14 e 71,67%, para silagens de milho tratadas com Silobac e Maize-All, respectivamente, aos 42,29 e 50,3 dias, após a ensilagem. No segundo experimento, observou-se efeito de silagem para o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF), que apresentaram valores médios de 1,97 e 1,44 kg/dia, para bovinos recebendo silagens de milho e sorgo, respectivamente. O consumo dos demais nutrientes e as digestibilidades aparentes totais e ruminais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, bem como a taxa de passagem da digesta, não foram influenciadas pelas dietas experimentais. As taxas de passagem foram de 5,12; 4,44; 5,05 e 4,29%h, para dietas contendo silagens de sorgo, sem e com inoculante microbiano e de milho, sem e com inoculante microbiano, respectivamente. No terceiro experimento, observou-se efeito de silagem para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), enquanto que o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) foi influenciado pela interação silagem x inoculante. Os consumos de extrato etéreo e FDN não foram influenciados pelas dietas. O ganho médio diário de peso vivo e o rendimento de carcaça, com valores médios de 1,1 kg/dia e 49,81%, respectivamente, também não foram influenciados pelas dietas experimentais. Por sua vez, observou-se efeito de silagem, para a conversão alimentar, registrando-se menor valor para a dieta a base de silagem de sorgo. Para a digestibilidade aparente dos nutrientes, detectou-se efeito da interação silagem x inoculante para MS, MO, CHOT e CNF, e de silagem, para PB e FDN. Para a taxa de passagem da digesta, estimou-se valor médio de 5,32%h.

ABSTRACT

SILVA, Almir Vieira. D.S. Universidade Federal de Viçosa, December of 2001.
Microbial populations of corn and sorghum plants, fermentation products and beef cattle performance fed with the respective silages, treated with microbial inoculants. Adviser: Odilon Gomes Pereira.
Committee Members: Célia Lúcia de Lucas Fortes Ferreira and Rasmão Garcia.

Three experiments were developed in areas of the Animal Science Department of the Universidade Federal de Viçosa, MG, Brazil with the objective to evaluate the microbial populations, dry matter losses (DML), pH, ammonia nitrogen/Total nitrogen, organic acids, chemical composition, and in vitro dry matter digestibility (IVDMD) of corn and sorghum silages treated or not with microbial inoculants in different days of ensiling in the first experiment; the voluntary intake, total and partial apparent digestibilities of nutrients, passage rate, and ruminal N-ammonia and pH in of four rumen and abomasum fistulated Holstein x Zebu steers with 485 kg of live weight fed diets containing corn or sorghum silages treated or not with microbial inoculant, in the second experiment; the voluntary intake, weight gain, feed conversion and carcass yield of Holstein x Zebu steers being used the same diets of the previous experiment, in the third experiment. In the first experiment it was observed that the microbial inoculants did not influence the dropping in pH and N-NH₃/N-Total ratio. However, higher concentrations of lactic acid were verified in the corn

silages. Independently of the used inoculants it was observed higher concentration of butiric acid in the sorghum silages than in corn silages. The bacterial populations quantified in corn and sorghum plants were enough to guarantee a good fermentation in the silos. The microbial inoculants promoted reductions in the neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose and increases in IVDMD of corn silages. Maximum values of IVDMD of 71.14 and 71.67% were quantified for corn silages treated with Silobac and Maize-All, respectively, at the 42.29 and 50.3 days of ensiling. In the second experiment it was observed the silage effect for intake of non fiber carbohydrates (NFC), with mean values of 1.97 and 1.44 kg/day, for bovines fed corn and sorghum silages, respectively. The intake of the all other nutrients and the total and ruminal apparent digestibilities of nutrients, the ruminal pH and ammonia concentration, as well as solids passage rate were not influenced by the experimental diets. The solids passage rates were of 5.12, 4.44, 5.05 and 4.09 %/hour for diets containing sorghum silage without and with microbial inoculant and corn silage without and with microbial inoculant, respectively. In the third experiment it was observed silage effect for dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN) intakes, while non fiber carbohydrates (NFC) intake was influenced by the interaction silage vs inoculant the ethereal extract and NDF intakes were not influenced by the experimental diets. The weight gain and carcass yield showed mean values of 1.1 kg/day and 49.81%, respectively, without dietary effects. The feed conversion was higher for the diet with sorghum silage than with corn silage. For the apparent digestibility of the nutrients there was interaction between silage and inoculant for DM, OM, TC and NFC and silage main effect for CP and NDF. For the solids passage rate it was estimated a mean value of 5.32%/hour.

1. INTRODUÇÃO

Em um passado relativamente recente, as tecnologias recomendadas para a produção de silagem de milho de boa qualidade visavam basicamente a produção de massa verde, dando ênfase ao uso de cultivares de porte alto e a alta densidade de plantio. Por outro lado, não havia a preocupação em ajustar outros aspectos do sistema de produção, como, por exemplo, a adubação e o espaçamento entre plantas, que devem ser bem diferentes daqueles recomendados para a produção de grãos. Com a evolução das discussões, muitos conceitos envolvendo produção e qualidade foram revistos, tal qual aqueles que relacionam os maiores teores de carboidratos solúveis com o momento ideal de corte das plantas, o tamanho de corte das partículas com a melhor compactação dentro do silo, dentre outros, que hoje têm um significado importante, já que geraram conhecimentos exclusivamente empregados à produção de silagens (CRUZ, 1998).

A utilização da silagem no Brasil tem sido cada vez mais intensificada dada à necessidade de melhorar a produtividade, que hoje é sinônimo de maiores rendimentos, principalmente nos períodos de queda do valor nutritivo das gramíneas tropicais. O uso de plantas forrageiras conservadas (silagem e feno) e de alimentos concentrados pode ser considerado viável economicamente naqueles sistemas que trabalham com o planejamento

rigoroso das atividades e que consideram os variados fatores envolvidos com a produção animal. No entanto, LAVEZZO (1993) citou que o uso exclusivo de forrageiras tropicais, bem como de silagens, raramente tem condições de atender às exigências nutricionais do animal adulto e em produção. A suplementação com forragens conservadas visa o suprimento adicional de proteína, energia e minerais, e dependerá dos requerimentos nutricionais da categoria de bovinos de corte e da composição de nutrientes da forragem (PEREIRA e RIBEIRO, 2001).

Os fatores que regulam o consumo animal são complexos e ainda não totalmente compreendidos (NRC, 1996). O consumo de nutrientes pelos animais é o principal fator que limita a produção de ruminantes, sendo considerado o componente chave, a ser maximizado ao se tentar elaborar um ótimo desenvolvimento de dietas e estratégias de alimentação, que irão otimizar a rentabilidade da produção (RODRIGUES, 1998). No entanto, a dieta é o maior fator que determina a quantidade e tipos de microrganismos, e assim a taxa de extensão da digestão dos nutrientes. Somente o conhecimento das quantidades e relações dos nutrientes necessários para uma ótima resposta microbiana e animal, permite prever adequadamente a medida com que os nutrientes tornam-se disponíveis no rúmen e intestino (NOCEK, 1997).

A preocupação científica com os diferentes grupos de microrganismos que influenciam a fermentação da silagem só ocorreu a partir de 1931, com os trabalhos produzidos por Rushmann e Koch, que culminaram no ano de 1939 na primeira revisão sobre microbiologia da fermentação de silagens (BECK, 1978).

Há um interesse geral de quem trabalha com silagens sobre a produção de inoculantes microbianos, que podem ser obtidos a partir do conhecimento da microflora epifítica (ou flora indígena), encontrada nas plantas. Das espécies microbianas que podem ser isoladas, destacam-se as bactérias ácido lácticas homofermentativas, por possuírem maior eficiência na produção do ácido láctico (SEALE, 1986). O uso de inoculantes microbianos vem tendo nos últimos anos um grande mérito, sobretudo naqueles países

onde o custo de subprodutos de origem animal é alto, e há riscos na utilização de algumas destas fontes de proteína perante a saúde humana, devido à encefalopatia espongiforme bovina - BSE, conhecida popularmente como doença da vaca louca. Daí, advém a necessidade de máxima preservação da fração protéica da silagem, que vem sendo observada com uso desta tecnologia, garantindo maior aproveitamento da proteína (WILKINS e JONES, 2000).

O uso de inoculantes microbianos, em combinação com a adição de enzimas, contribui para aumentar a disponibilidade de constituintes da parede celular (celulose e hemicelulose), favorecendo a manutenção do pH em baixos índices, aumentando a concentração de ácido láctico e diminuindo a proteólise (SCHMIDT et al., 2001).

Estudos que relacionam o efeito dos inoculantes microbianos sobre a fermentação de silagens vêm sendo realizados no Brasil nos últimos anos. A maioria destes envolve a avaliação da composição bromatológica e o perfil de fermentação, sendo escassos os estudos envolvendo o desempenho de animais.

Assim sendo, três experimentos foram conduzidos objetivando-se avaliar a perda de matéria seca, a composição bromatológica e a qualidade de silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculantes microbianos, usando-se silos laboratoriais (experimento 1). Num segundo experimento, avaliou-se o consumo e as digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes, bem como alguns parâmetros de cinética ruminal, em bovinos fistulados no rúmen e abomaso, recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano. No terceiro experimento, avaliou-se o ganho em peso, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça de bovinos de corte alimentados com as mesmas dietas do experimento 2.

Ao todo foram elaborados quatro artigos, segundo as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BECK, T. The micro-biology of silage fermentation. In: FERMENTATION SILAGE – A REVIEW. Georgia:NFIA, p.63-115, 1978.
- CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1988. Viçosa, *Anais...* Viçosa: DZO. p.93-114. 1998.
- LAVEZZO, W. Ensilagem do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993. Piracicaba: *Anais...* Piracicaba: FEALQ, p.169-275, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Washington, D.C.: National Academy of Science. 242p.
- NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. 1997. Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA/FAEPE, p.197-239. 1997.
- PEREIRA, O. G., RIBEIRO, K. G. Suplementação de bovinos com forragens conservadas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001. Viçosa, *Anais...* Viçosa: DZO. p.261-289, 2001.
- SCHMIDT, J., SZAKACS, G., CENKVARI, E. et al. 2001. Enzyme assisted ensiling of alfalfa with enzymes by solid substrate fermentation. *Biores. Tech.*, 76(3):207-212.

SEALE, D. R. 1986. Bacterial inoculants as silage additives. *J. Applied Bact. Symp.* Supplement, 61(Supplement):9S-26S.

RODRIGUES, M. T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998. Viçosa, *Anais...* Viçosa: DZO. P.139-171. 1998.

WILKINS, R. J., JONES, R. 2000. Alternative home-grow protein sources for ruminants in the United Kingdom. *An. Feed Sci. Techol.* 85(1/2):23-32.

Populações Microbianas e Produtos da Fermentação em Silagens de Milho e Sorgo, Tratadas com Inoculantes Microbianos

RESUMO - Avaliaram-se os teores de carboidratos solúveis (CS), o pH, a relação nitrogênio amoniacal/Nitrogênio total ($N-NH_3$ /Nitrogênio total) e os ácidos orgânicos (lático, acético e butírico), de silagens de milho e de sorgo, tratadas ou não com inoculantes microbianos, e as populações microbianas em suas plantas e silagens, em seis períodos de abertura dos silos (01, 03, 07, 14, 28 e 56 dias), usando-se silos laboratoriais. Foi usado um arranjo fatorial 6 x 2 x 3 (seis períodos de avaliação x duas silagens x três inoculantes) no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As populações de enterobactérias, bactérias produtoras de ácido lático, mofos e leveduras e de bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus* foram determinadas apenas nas plantas e ensilados de milho e de sorgo não tratados. Observou-se efeito da interação período x silagem, para os teores de carboidratos solúveis. Para o pH observou-se efeito da interação silagem x inoculante, registrando-se menores valores para a silagem de sorgo, independentemente do inoculante usado. Estimou-se valor máximo de 7,05% de $N-NH_3$ /Ntotal, para as silagens de milho, aos 41,48 dias após a ensilagem. Detectou-se efeito das interações silagem x inoculante e inoculante x período, para os teores de ácido lático dos ensilados. Para a silagem de milho, registrou-se menor teor deste ácido (5,57%), naquela silagem não tratada. As proporções de ácido lático em relação aos demais ácidos orgânicos para silagens de milho e de sorgo não tratadas e tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All foram de 63,2 e 55,2; 65,5 e 58,7; e 59,8 e 72,3%, respectivamente. O crescimento máximo observado para enterobactérias, ensilagens de milho e de sorgo, foi de 10^5 unidades formadoras de colônias(ufc)/grama de forragem fresca. Nas plantas de milho e sorgo, as populações de bactérias produtoras de ácido lático e de fungos (mofos e leveduras) foram, respectivamente, 10^5 e 10^7 ufc/g de forragem fresca. A população de *Bacillus* foi de 10^4 ufc/g nas plantas frescas de milho e sorgo e aos 56 dias de ensilagem, foi de 10^3 ufc/g de silagem fresca.

Palavras-chave: ácido acético, ácido lático, bactéria produtora de ácido lático, enterobactéria, nitrogênio amoniacal.

Microbial populations and fermentation products in corn and sorghum silages treated with microbial inoculants

ABSTRACT - There were evaluated soluble carbohydrate (SC), pH value, ammoniacal nitrogen in the total nitrogen (N-NH₃/Total nitrogen) and organic acids (lactic, acetic and butyric) contents of corn and sorghum silages treated or not with microbial inoculants and the microbial population of plants and silages in six different periods (01, 03, 07, 14, 28 and 56 days) of opening silos. A factorial arrangement of treatments 6 x 2 x 3 (6 opening periods x 2 silages x 3 inoculants) was used in a complete randomized design with three repetitions. The enterobacter, lactic acid bacteria, molds and yeast and bacteria from *Bacillus* genera populations were quantified in corn and sorghum plants and silages not treated with microbial inoculants. It was observed effect of the interaction period x silage to SC contents. The pH value was affected by the interaction of silage x inoculant observing lower values to sorghum silage independent of the used microbial inoculant. Maximum value of 7.05 was quantified to N-NH₃/Total nitrogen to corn silage, in the 41.48 days of ensiling. The effect of interactions silage x inoculant and inoculant x period were observed to lactic acid of silages. The content of lactic acid was lower to corn silage (5.57%) without inoculant. The proportion lactic acid:other organic acids to corn and sorghum silages not treated and treated with Silobac and Maize-All were 63.2 and 55.2, 65.5 and 58.7 and 59.8 and 72.3%, respectively. The maximum growth of enterobacter in the corn and sorghum silages was 10⁵ colony forming unity (cfu)/gram of fresh forage. The microbial population of lactic acid bacteria and fungi (molds and yeast) in corn and sorghum plants were, respectively, of 10⁵ and 10⁷ cfu/gram of fresh forage. The *Bacillus* population was of 10⁴ cfu/gram of fresh forage to corn and sorghum plants and of 10³ cfu/gram of fresh silage at 56 days of ensiling.

Key words: acetic acid, ammoniacal nitrogen, enterobacter, lactic acid, lactic acid bacteria.

Introdução

A conservação de plantas forrageiras através da ensilagem visa a obtenção de fermentações que sejam capazes de garantir a estabilidade do material ensilado, levando-se em conta que esta é obtida a partir da atividade metabólica das bactérias e enzimas presentes nas plantas (LUIS e RAMÍREZ, 1986).

O processo de ensilagem é extremamente complexo, em razão dos variados fatores, que se relacionam, como espécies vegetais utilizadas e suas características físico-químicas; há variação entre espécies quanto à flora epifítica, as condições climáticas, a condução das operações de ensilagem, a extensão do período de conservação e o manejo do fornecimento da silagem após a abertura do silo.

Como ocorrem mudanças bioquímicas bruscas dos substratos, dada a ação de vários grupos de microrganismos, a quantificação microbiana abre caminho para que seja possível a compreensão das interações que possam ocorrer, sobretudo quando silagens são mal conservadas. Assim sendo, a avaliação dos parâmetros relacionados com a flora microbiana precisa ser elucidada para que se consiga obter melhores informações para preservar os nutrientes dos alimentos por meio de processos fermentativos. Assim sendo, somente o conhecimento das características dos microrganismos passíveis de serem observados e que atuam ao longo da ensilagem trará novos procedimentos que contribuam para a maior eficiência da ensilagem (BECK, 1978). Em várias partes do mundo, tais pesquisas têm resultado no desenvolvimento de tecnologias capazes de garantir melhores condições para que plantas forrageiras sejam corretamente conservadas, tal qual ocorre com o uso de inoculantes microbianos, nas suas variadas formas (culturas puras, mistas ou associadas com enzimas), (SEALE, 1986).

De acordo com McDONALD e EDWARDS (1978), a atividade microbiana de silagens envolve bactérias, leveduras e mofos. No entanto, há

uma escassez de informações relacionadas às bactérias epifíticas das forrageiras, sobretudo quanto ao grupo caracterizado como bactérias láticas (PAHLOW, 1989), que são fundamentais para que um eficiente processo de conservação aconteça. Das espécies microbianas que podem ser isoladas, destacam-se aquelas denominadas bactérias produtoras de ácido láctico (BAL) homofermentativas, por possuírem maior eficiência na produção do ácido láctico (SEALE, 1986). Pesquisas têm comprovado que tanto a composição como a concentração da flora epifítica de uma dada espécie forrageira é variável, sendo isto atribuído principalmente aos fatores ambientais, que são distintos nas diversas regiões do planeta.

A microflora das plantas vivas difere daquelas observadas nos seus produtos fermentados. Em tecidos vegetais vivos, há dominância de bactérias gram negativas e de bactérias esporuladas gram positivas, além da presença de leveduras e mofo. Alguns fatores tais como maturidade da planta, clima e tratamentos ao longo da colheita (emurhecimento, por exemplo), irão afetar os microrganismos que atuarão ao longo da preservação, os quais sofrem também efeitos diretos e indiretos da disponibilidade dos nutrientes encontrados na planta (WOOLFORD, 1984).

São várias as espécies de BAL presentes nas plantas, indicando que estas podem ser consideradas como habitat natural para tais microrganismos. Além das plantas, as BAL são também encontradas em animais, leite e seus derivados (DAESCHEL et al., 1987).

O grupo caracterizado por BAL, presente na silagem, envolve basicamente duas famílias (Streptococcaceae e Lactobacillaceae), com um grande número de espécies, que foram descritas detalhadamente por HOLT et al. (1994). Este grupo pode ser dividido em homo (produção somente de ácido láctico) e heterofermentativo (produção de ácido láctico, ácido acético e etanol), conforme a rota metabólica do microrganismo, utilizada para a fermentação dos açúcares. Devido à grande variação de espécies das BAL e das rotas fermentativas utilizadas, é difícil prever quanto de ácido láctico será produzido,

mesmo que se conheça o teor de carboidrato solúvel (a relação glicose:frutose), de uma dada planta forrageira (SEALE, 1986).

Os parâmetros mais utilizados na avaliação da qualidade da silagem são os teores de ácidos orgânicos (lático, acético e butírico), nitrogênio amoniacal e pH. No entanto, MATSUSHIMA (1971) relatou que o teor de matéria seca da planta ao ser ensilada é um parâmetro importante, pois influencia a qualidade final da silagem. A matéria seca está intimamente relacionada com a maturidade da planta, e, à medida que ocorre seu amadurecimento, menor será o teor de nitrogênio não protéico, proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens (SNYMAN e JOUBERT, 1996)

Segundo STAPLES (1994), além da necessidade de se colher a forrageira com maturidade adequada e cortá-la em tamanho de partícula ideal, é essencial a realização de uma boa compactação e vedação do silo, para se obter silagem de alta qualidade.

O ácido lático é o agente regulador da acidez na silagem. Os íons formados abaixam o pH, até um ponto em que permanece uma produção mínima desejável para mantê-lo baixo e assim neutralizar os compostos básicos produzidos ao longo da fermentação. De acordo com HART (1990), silagens de plantas que possuem grandes proporções de grãos podem apresentar baixos teores de ácido lático, devido à diminuição dos carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação, pois estes são utilizados pela planta para a síntese de amido, o qual não é convertido a ácido lático durante a fermentação. No entanto, segundo ZAGO (1991), no sorgo, a maior percentagem de panícula é benéfica, pois contribui com o aumento do valor nutritivo da silagem, além de elevar a percentagem de matéria seca da massa ensilada, em função do seu menor conteúdo de água.

O pH da silagem geralmente indica se a fermentação foi adequada ou não (FISHER e BURNS, 1987). Silagens com pH igual ou inferior a 4,2 são consideradas de boa qualidade (BARNETT 1954 apud GOURLEY e LUSK, 1978); e, quando o mesmo situa-se acima de 4,2, indica a existência da

fermentação butírica (McDONALD et al., 1991). Valores de pH, concentrações de ácido butírico e nitrogênio amoniacal diminuem dentro do silo, à medida que os teores de ácido láctico aumentam (LANGSTON et al., 1962).

O principal substrato utilizado pelas bactérias presentes no silo é o carboidrato solúvel, que, quando tem a sua utilização máxima, resulta na produção de altos teores de ácido láctico (WEIBERG e MUCK, 1996).

Uma ampla variedade de aditivos são utilizados para auxiliar a fermentação, visando garantir a preservação da forragem ensilada. Dentre eles, destacam-se os inoculantes microbianos constituídos, na sua maioria por culturas de bactérias homofermentativas pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, e *Pediococcus* (MILLER e ROTZ, 1995).

O principal efeito dos inoculantes microbianos ocorre no processo fermentativo, observando-se maior quantidade de ácido láctico e menores quantidades de ácido acético e etanol, bem como um abaixamento mais rápido do pH (MUCK, 1993).

A qualidade da silagem relaciona-se aos valores observados para nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, pH e ácidos orgânicos (láctico, acético e butírico), enquanto que o seu valor nutritivo corresponde à sua composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as populações bacterianas, os teores de ácidos orgânicos, o pH e a relação nitrogênio amoniacal/nitrogênio total, em silagens de milho e de sorgo, tratadas com inoculantes microbianos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia (DZO), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, no período de fevereiro a maio de 1999. A cidade de Viçosa está situada

a 20° e 45' de latitude sul, 42° e 51' de longitude oeste e 657 m de altitude, apresentando precipitação média anual de 1.341 mm, dos quais cerca de 86% ocorrem nos meses de outubro a março. A temperatura média das máximas é de 26,1°C e a média das mínimas é de 14,0°C (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1961). O clima da região é classificado como "Cwa", segundo a classificação proposta por Köepen (1948).

Foi usado um arranjo fatorial 6 x 2 x 3 [seis períodos de avaliação x duas silagens (milho e sorgo) x três inoculantes], no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

O plantio do milho (AG 1051) e do sorgo (AG 2002), foi efetuado em outubro de 1998, em área do Departamento de Zootecnia, respeitando-se as recomendações do fabricante de sementes. Foram aplicados 300 kg/ha de 8-28-16 (N-P-K), como adubação de plantio, efetuando-se ainda duas adubações de cobertura, aos 25 e 45 dias, após a semeadura, aplicando-se, respectivamente, 150 kg/ha da mistura 20-0-20 e 100 kg/ha de uréia. As plantas foram colhidas quando os grãos atingiram o estágio farináceo-duro, aos 110 e 118 dias, após a semeadura, para milho e sorgo, respectivamente. A colheita foi manual, com auxílio de um facão, a cerca de 10 cm de altura. Em seguida, as plantas foram transportadas ao laboratório de animais do DZO, onde foram picadas numa ensiladeira estacionária, previamente regulada para o tamanho de partícula igual a 2,0 cm. Avaliaram-se dois inoculantes microbianos comerciais: SILOBAC, da Christian Hansen (Inoculante 1), contendo *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus* sp., *Enterococcus faecium*, *Enterococcus* sp., *Pediococcus* sp. ($5,26 \times 10^{10}$ ufc/g), e MAIZE-ALL, da Alltech do Brasil (Inoculante 2), contendo *Enterococcus faecium*, 10 bilhões de ufc/g, *Lactobacillus plantarum*, 10 bilhões de ufc/g, *Pediococcus acidilactici*, 1 bilhão de ufc/g, e enzimas amilolíticas, 1,5%, celulolíticas, 1,5% e proteolíticas, 2,0%. Os inoculantes foram adicionados ao material picado, com o auxílio de pulverizador, com capacidade para dois litros, respeitando-se as recomendações dos fabricantes. Ao material não tratado, adicionou-se quantidade de água equivalente àquela usada na diluição dos inoculantes.

O material foi ensilado em silos de PVC, de 40 x 10 cm, dotados de válvulas de Bunsen, com capacidade para aproximadamente 2 kg de forragem, com base na matéria natural, efetuando-se a compactação, com auxílio de um soquete de madeira. Em seguida, os silos foram fechados, pesados, e daí armazenados em área coberta à temperatura ambiente, até o momento da abertura, ou seja, aos 01, 03, 07, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem.

Por ocasião da abertura dos silos, efetuou-se uma nova pesagem destes, para estimativa da recuperação de matéria seca. Nestas ocasiões, foram coletadas amostras de cada silo para determinações de pH e nitrogênio amoniacal/NTotal (BOLSEN et al., 1992). Para o pH foram coletadas sub-amostras de 25 g de silagem, às quais adicionou-se 100 mL de água destilada, permanecendo-se em repouso por duas horas, fazendo-se em seguida a leitura do pH, com potenciômetro. Em outra sub-amostra de 25 g, adicionou-se 50 mL de uma solução de H₂SO₄, 0,2 N, permanecendo em repouso por 48 horas em geladeira, fazendo-se em seguida a filtragem em papel de filtro do tipo “Whatman 54”. Esse filtrado permaneceu em geladeira até as determinações de nitrogênio amoniacal. De cada silo, retirou-se ainda uma terceira sub-amostra que foi mantida em freezer até o final do experimento, para determinações de ácidos graxos voláteis. Após o descongelamento, efetuou-se a prensagem das mesmas, a fim de obter o suco das silagens que, após serem tratados com ácido metafosfórico a 10%, foram congeladas para posteriores análises dos ácidos graxos voláteis (lático, acético e butírico), por cromatografia gasosa (OFFICIAL, 1980). Amostras das forragens e respectivas silagens foram submetidas à pré-secagem por 72 horas, em estufa de ventilação forçada a 60–65°C. Em seguida, foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Willey”, utilizando-se peneira de 1 mm, e acondicionadas em frascos de vidro com tampa, para posteriores determinações de matéria seca em estufa a 105°C, e dos teores de carboidratos solúveis em água, conforme procedimentos descritos por SILVA (1998).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Bactérias Láticas do Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV, no

material antes da ensilagem e no material ensilado não tratados, nos diferentes períodos de abertura dos silos (01, 03, 07, 14, 28 e 56 dias), tomando-se uma amostra composta das três repetições de campo. A contagem microbiana foi efetuada em duplicata e os dados obtidos foram analisados conforme os procedimentos adotados por LUÍS e RAMÍREZ (1988) e MUCK et al. (1992). Em 10 g de amostra, adicionaram-se 90g de água destilada, procedendo-se em seguida a mistura em um liquidificador industrial, por 30 segundos. Da solução obtida pipetou-se 1 mL ou 0,1 mL, e as diluições variaram de 10^{-1} a 10^{-9} , usando-se tubos de ensaio com tampa rosqueada contendo 9 mL de solução tampão, com pH de 7,2. O plaqueamento, para cada diluição, foi efetuado em duplicata. As possíveis alterações microbianas e as principais populações foram determinadas em meios de culturas específicos, seguindo-se os seguintes protocolos:

Ágar Rogosa SL (DIFCO, Detroit), para contagem de bactérias lácticas, após incubação por 48 horas, em estufa, à temperatura controlada (37°C), sendo o pH do meio de cultura igual a 5,4;

Ágar Nutriente (DIFCO, Detroit), para contagem de *Bacillus* sp, após incubação por 48 horas à temperatura ambiente;

Ágar Malte Modificado (Apêndice A), para contagem de leveduras e mofos, após incubação por 6-7 dias, à temperatura ambiente, sendo o pH do meio de cultura igual a 3,5;

Ágar Violeta Red Bile (DIFCO, Detroit), para contagem de enterobactérias, após incubação por 48 horas, à temperatura de 32°C .

Foram consideradas como passíveis de contagem aquelas placas que apresentaram entre 30–300 unidades formadoras de colônias (ufc), por placa de Petri. Os resultados foram obtidos através da média das duas placas, na diluição selecionada.

Os dados obtidos para os teores de carboidratos solúveis, pH e ácidos graxos voláteis foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG, versão 8.0 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2000). Para os fatores qualitativos, aplicou-se o teste SNK, a 5% de

probabilidade, na comparação das médias. A escolha das equações de regressão, baseou-se no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão testados pelo teste de “t”.

Resultados e Discussão

Observou-se efeito ($P < 0,01$) da interação silagem x período, para o teor de carboidratos solúveis das silagens (Tabela 1). Observa-se grande redução nos teores de carboidratos solúveis, a partir do primeiro dia de fermentação, quando comparados aos valores registrados nas plantas antes da ensilagem, que foram, respectivamente, de 23,06 e 21,79% na MS, para plantas de milho e sorgo. Comportamento semelhante foi observado por BERNARDINO (1996), que verificou a utilização de aproximadamente metade dos teores de carboidratos solúveis em plantas de quatro híbridos de sorgo nas primeiras 24 horas após a ensilagem. A maior utilização de carboidratos solúveis nos primeiros 28 dias após a ensilagem pode ser explicada pela maior produção de ácido lático nesse período.

Na Figura 1, é demonstrado o efeito ($P < 0,01$) da interação período x silagem registrando-se, respectivamente, teores médios de carboidratos solúveis de 1,88 e 0,54 % MS, para as silagens de milho e sorgo, aos 3,87 e 4,41 dias, conforme o modelo platô (RLP), o qual promoveu melhor ajuste aos dados. Constata-se também na Figura 1, o maior ($P < 0,05$) teor de carboidratos residuais na silagens de milho, em comparação à de sorgo, uma vez atingido o platô, o que sugere maior potencial de perda aeróbica na silagem de milho, por leveduras que utilizam açúcares, como as dos gêneros *Torulopsis* e *Saccharomyces*.

Tabela 1 - Teores médios de carboidratos solúveis (% MS) de silagens de milho e de sorgo ao longo dos períodos de abertura dos silos

Silagem	Períodos de abertura dos silos (dias)					
	1	3	7	14	28	56
Milho	10,50 A	4,49 A	3,29 A	1,25 A	1,47 A	1,52 A
Sorgo	10,06 A	4,48 A	0,82 B	0,57 B	0,42 B	0,35 B

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

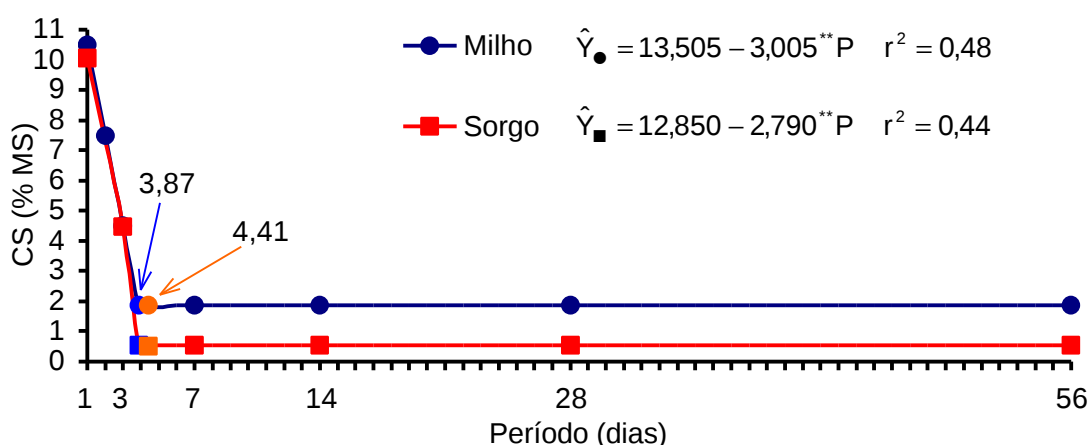


Figura 1 - Estimativa dos teores de carboidratos solúveis, de silagens de milho e sorgo, em função do período de abertura dos silos (P).

Para o pH, observou-se efeito apenas da interação silagem x inoculante, conforme se observa na Tabela 2, registrando-se menores ($P < 0,05$) valores para a silagem de sorgo, em comparação à de milho, independentemente do inoculante. Todavia, ao se analisar o efeito de silagem, dentro de inoculante, não foi observada a influência de inoculantes sobre o pH

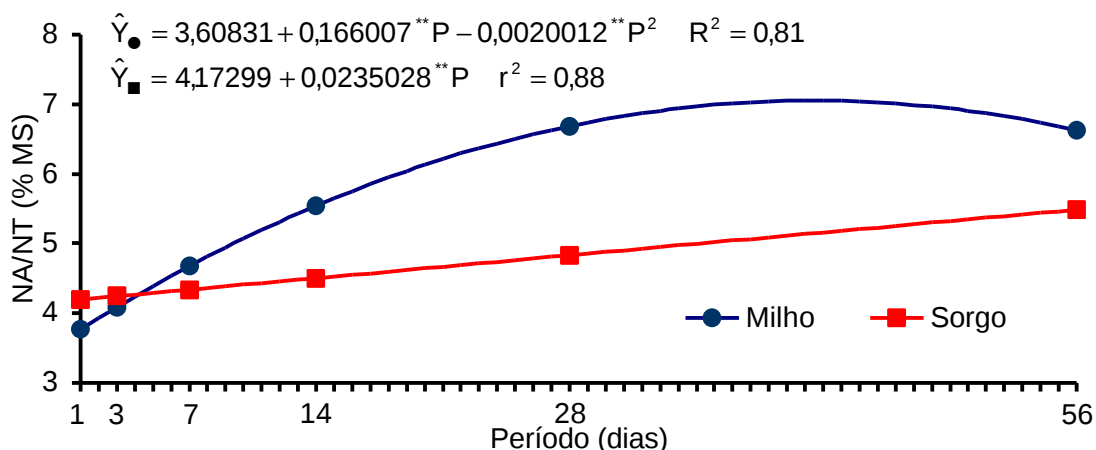
das silagens, registrando-se, respectivamente, valores médios de 3,81 e 3,62, para as silagens de milho e de sorgo. Esses valores permitem classificar essas silagens como de muito boa qualidade (PAIVA, 1976), e, desta forma, acredita-se que as condições estabelecidas dentro dos silos foram favoráveis à predominância dos microrganismos desejáveis. MUCK e KUNG JR. (1997) relataram que os inoculantes microbianos foram mais eficientes na redução do pH em silagens de gramíneas e leguminosas, em relação às silagens de milho e outras culturas graníferas. Nestas últimas, o pH reduziu em 31 a 44% dos experimentos. Uma rápida queda no pH e um pH final baixo poderiam ajudar a minimizar a população de microrganismos detrimenais, que produzem quantidades elevadas de ácidos acético e butírico.

Tabela 2 - Valores médios de pH de silagens de milho e de sorgo com e sem inoculantes microbianos

Silagem	Inoculante		
	Controle	Silobac	Maize-All
Milho	3,85 Aa	3,83 Aa	3,76 Aa
Sorgo	3,63 Ba	3,60 Ba	3,64 Ba

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Os teores de nitrogênio amoniacal das silagens foram influenciados pela interação período de abertura dos silos x silagem ($P < 0,01$) e pela interação silagem x inoculante ($P < 0,01$). Observou-se efeito quadrático do período de abertura dos silos (Figura 2), sobre os teores de nitrogênio



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 2 - Estimativa da relação nitrogênio amoniacal/Ntotal, em função dos períodos de abertura dos silos (P), para silagens de milho e sorgo.

amoniacal/Ntotal da silagem de milho, estimando-se valores máximos de 7,05% de N-NH₃/Ntotal, aos 41,48 dias após a ensilagem.

Já para a silagem de sorgo, observou-se efeito linear, estimando-se aumento de 0,0235 unidades, por dia de armazenamento. Os valores estimados de N-NH₃/Ntotal, no presente estudo, são baixos e conforme a classificação proposta por WERNLI e OJEDA (1990), ambas as silagens são de excelente qualidade. Segundo PITT (1991), a rápida queda do pH e a sua manutenção a baixos valores, limitam a ocorrência de grandes taxas de proteólise, resultando em melhor preservação da proteína nas silagens.

Na Tabela 3, encontram-se os valores médios de N-NH₃/Ntotal e de perdas de matéria seca das silagens, em função de inoculantes. Observa-se, que a silagens de milho apresentou maiores (P<0,05) teores de N-NH₃ em relação à de sorgo, na ausência de inoculante e naquela silagem tratada com o inoculante Maize-All.

Todavia, analisando-se o efeito de silagem dentro de inoculante, observa-se que apenas a silagem de sorgo foi influenciada pelos inoculantes,

Tabela 3 - Valores médios de N-amoniacoal/NTotal e de perdas de matéria seca de silagens de milho e de sorgo, em função de inoculante microbiano

Silagem	Inoculantes		
	Controle	Silobac	Maize-All
N-amoniacoal/NTotal (% da MS)			
Milho	5,46 Aa	5,04 Aa	5,19 Aa
Sorgo	4,24 Bb	4,81 Aa	4,75 Ba
Perdas de matéria seca (%)			
Milho	0,55 Bb	0,70 Ba	0,61 Bb
Sorgo	1,16 Aa	1,17 Aa	0,94 Ab

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

registrando-se menor ($P < 0,05$) valor para a silagem controle.

Observou-se efeito da interação silagem x inoculante para os valores médios de perdas de matéria seca, conforme se constata na Tabela 3. Analisando-se o efeito de silagem de milho dentro de inoculante, observa-se maior perda para a silagem tratada com o aditivo Silobac. Já para a silagem de sorgo, verificaram-se maiores perdas para a silagem controle e aquela tratada com Silobac, que por sua vez não diferiram entre si ($P > 0,05$). Avaliando-se o efeito de inoculante, dentro de silagem, observou-se menor perda de matéria seca na silagem de milho, em relação à de sorgo, independentemente do inoculante usado.

As perdas de matéria seca registradas no presente trabalho, podem ser consideradas desprezíveis, haja vista que foram insignificantes. Segundo WEIBERG e MUCK (1996), os silos experimentais comumente utilizados nos laboratórios impossibilitam a reprodução exata do que realmente ocorre em silos de campo no que se refere, por exemplo, ao grau de compactação e à

transferência de calor. Também PEDROSO et al. (2000), observaram baixas taxas de perdas de matéria seca e a falta de significância entre tratamentos, quando do estudo de silagens de sorgo com e sem inoculante microbiano. BOLSEN (1997) demonstrou, em vasta revisão de literatura, que silagens de boa qualidade, produzidas em silos horizontais, em condições de campo apresentam aproximadamente 10% de perdas de matéria seca.

Detectou-se efeito das interações silagem x inoculante e inoculante x período sobre os teores médios de ácido láctico das silagens. Na Tabela 4, encontram-se os valores médios deste constituinte, em função de inoculantes.

Tabela 4 - Teores médios de ácido láctico (% na MS) de silagens de milho e de sorgo, em função de inoculantes microbianos

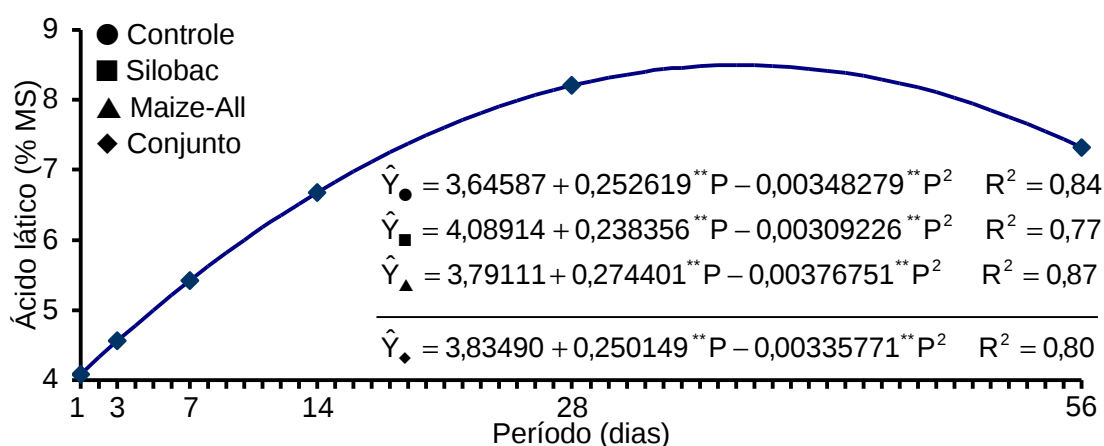
Silagem	Inoculante		
	Controle	Silobac	Maize-All
Milho	5,57 Bb	6,44 Aa	6,24 Aa
Sorgo	6,05 Aa	6,09 Aa	6,07 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Para a silagem de milho, registrou-se menor ($P < 0,05$) teor de ácido láctico no material controle. Por sua vez, na silagem de sorgo, não observou-se efeito de inoculante sobre o teor de ácido láctico, registrando-se valor médio de 6,07%. Avaliando-se o efeito de inoculante microbiano dentro de silagem, observou-se efeito apenas no tratamento controle, registrando-se menor teor de ácido láctico para a silagem de milho. Observou-se que todas as silagens

produzidas foram de muito boa qualidade, quanto aos teores apresentados para ácido láctico, segundo a classificação proposta por NOGUEIRA (1995).

As equações de regressão ajustadas para os teores de ácido láctico, em função do período de abertura dos silos para os diferentes inoculantes, encontram-se na Figura 3. Efetuou-se o teste de identidade para as equações obtidas, não tendo sido observada diferença significativa entre as mesmas, que deram origem ao modelo conjunto representado pela equação $\hat{Y} = 3,83490 + 0,250149^{**}P - 0,00335771^{**}P^2$ ($R^2 = 0,80$). A partir desta, estimou-se o valor máximo de ácido láctico, de 8,49% na MS, aos 37,25 dias, após a abertura dos silos. O período de acúmulo de ácido láctico observado neste estudo ultrapassou aquele registrado por BALL et al. (1991), de 18 dias após a ensilagem. Isto pode sugerir que silagens produzidas nos trópicos não apresentam o mesmo padrão de fermentação evidenciado em países de clima temperado. A proporção final de ácido láctico das silagens do presente estudo em relação aos demais ácidos orgânicos (acético + butírico), foi de 63,15, 65,45 e 59,77% e de 55,2; 58,7 e 72,3%, respectivamente, para silagens de



**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 3 - Estimativa dos teores de ácido láctico, em função dos períodos de abertura dos silos (P), para os diferentes inoculantes microbianos.

milho e sorgo, não tratadas e tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All. Segundo PITT (1990), quando a relação ácido láctico:demaís ácidos se situa acima de 70%, indica-se a ocorrência das condições mínimas necessárias para que o material ensilado possa ser bem preservado.

Detectou-se efeito da interação silagem x inoculante x período, sobre os teores de ácido acético das silagens. Na Tabela 5, encontram-se os teores de ácido acético das silagens de milho e sorgo, em função de inoculante microbiano e dos períodos de abertura dos silos. Observa-se no último dia de armazenamento, que os teores de ácido acético da silagem de milho, não foram influenciados pelos inoculantes microbianos. Contudo, para a silagem de sorgo, registrou-se menores teores deste ácido, nas silagens tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, que por sua vez, não diferiram entre si ($P > 0,05$).

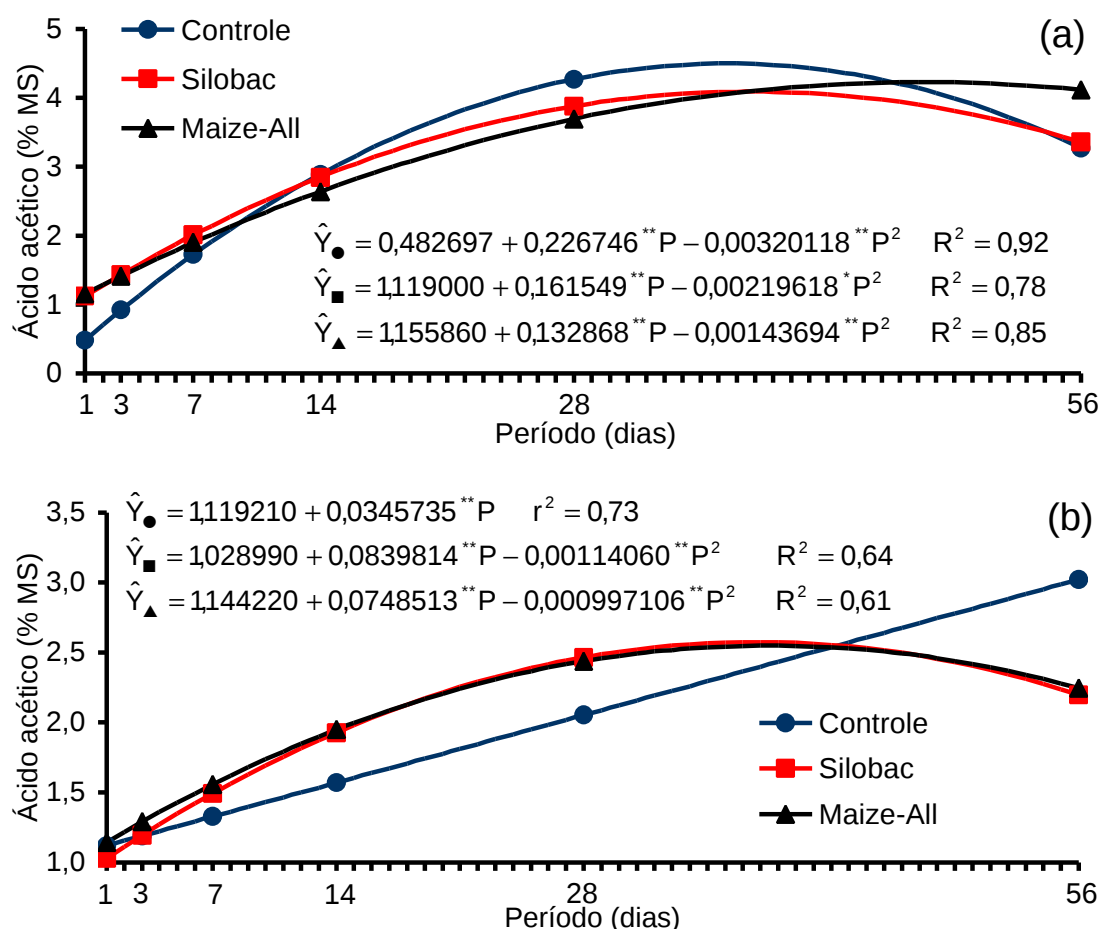
Os teores médios de ácido acético, observados para silagens de milho, no último período de abertura (56 dias), foram próximos aos observados por MEESKE e BASSON (1998), ao avaliarem silagens dessa forrageira tratadas ou não com inoculante microbiano, registrando-se valores de 3,1% e 3,4%, respectivamente. Conforme MUCK e PITT (1994), maior quantidade de ácido acético será produzida quando bactérias lácticas utilizam o oxigênio presente no silo. RANJIT e KUNG JR. (2000) observaram que a utilização de inoculantes microbianos contendo *Lactobacillus buchneri*, provocou considerável aumento da concentração de ácido acético de silagens, sendo este produto recomendado para situações onde torna-se importante manter a estabilidade da silagem, após a abertura do silo, reduzindo assim as perdas de valor nutritivo. Segundo KUNG JR. (1996), o ácido acético é um eficiente “inibidor” de mofo e leveduras que atuam prejudicialmente sobre as silagens, após a abertura dos silos.

Nas Figuras 4a e b encontram-se as estimativas das concentrações de ácido acético das silagens, em função do período de abertura dos silos, para os diferentes inoculantes microbianos.

Tabela 5 - Teores médios de ácido acético de silagens de milho e sorgo com e sem inoculantes microbianos, em função dos períodos de abertura dos silos (P)

Inoculante	Silagem	
	Milho	Sorgo
1 dia de ensilagem		
Controle	0,51 Aa	0,64 Aa
Silobac	0,80 Aa	0,63 Aa
Maize-All	0,77 Aa	0,64 Aa
3 dias de ensilagem		
Controle	1,54 Aa	1,56 Aa
Silobac	1,74 Aa	1,62 Aa
Maize-All	1,73 Aa	1,69 Aa
7 dias de ensilagem		
Controle	2,14 Aa	1,60 Ab
Silobac	2,20 Aa	1,62 Ab
Maize-All	2,18 Aa	1,93 Aa
14 dias de ensilagem		
Controle	3,65 Aa	2,17 Ab
Silobac	3,70 Aa	2,32 Ab
Maize-All	3,28 Aa	2,17 Ab
28 dias de ensilagem		
Controle	3,82 Aa	2,64 Ab
Silobac	3,33 Ba	2,17 Bb
Maize-All	3,26 Ba	2,16 Bb
56 dias de ensilagem		
Controle	3,23 Aa	2,86 Aa
Silobac	3,38 Aa	2,21 Bb
Maize-All	3,40 Aa	2,27 Bb

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas, para cada período, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.



* e **Significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 4 - Estimativas dos teores de ácido acético de silagens de milho (a) e sorgo (b), em função do período de abertura dos silos (P), para os diferentes inoculantes microbianos.

Observou-se efeito linear sobre o teor de ácido acético da silagem de sorgo não tratado, estimando-se incrementos de 0,0345735 unidades de ácido acético, para cada dia de ensilagem. Para as silagens de sorgo, tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, observou-se efeito quadrático, estimando-se valores máximos de 2,57 e 2,55%, aos 36,81 e 37,53 dias de ensilagem. Já para a silagem de milho, observou-se efeito quadrático do período, sobre os teores de ácido acético das silagens, estimando-se valores máximos de 4,50;

4,10 e 4,23%, aos 35,42, 36,78 e 46,23 dias após a ensilagem, respectivamente, para a silagem não tratada e tratada com Silobac e Maize-All.

Para os teores de ácido butírico, observou-se efeito da interação silagem x inoculante (Tabela 6). Analisando-se os efeitos de silagem dentro de inoculante, não observou-se influência ($P>0,05$) de inoculantes para as diferentes silagens. Todavia, ao avaliar-se o efeito de inoculante dentro de silagem, registraram-se maiores teores de ácido butírico na silagem de sorgo em relação à de milho, independentemente do inoculante. É possível que o maior teor de umidade das silagens de sorgo tenha favorecido uma maior ação de bactérias putrefativas (Clostrídios, por exemplo), e por consequência maior produção de ácido butírico. No entanto, acredita-se que estes microrganismos foram pouco efetivos, pois segundo McDONALD et al. (1991), sob condição de anaerobiose e pH abaixo de 4,2, estes são completamente inibidos. As concentrações de ácido butírico observadas para silagens produzidas neste estudo permitirem classificá-las como sendo de muito boa qualidade, segundo PAIVA (1976).

Tabela 6 - Teores médios de ácido butírico (% na MS), em silagens de milho e sorgo, em função de inoculantes microbianos

Silagem	Inoculante		
	Controle	Silobac	Maize-All
Milho	0,02 Ba	0,02 Ba	0,02 Ba
Sorgo	0,06 Aa	0,07 Aa	0,06 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

A população de enterobactérias observada para plantas e silagens de milho e sorgo, encontra-se na Tabela 7. Este grupo atingiu crescimento máximo de 10^5 ufc/g de forragem fresca, para ambas silagens avaliadas, no terceiro dia após a ensilagem. A partir deste período, observou-se uma redução na população destes microrganismos, sobretudo para a silagem de milho, que apresentou populações não detectáveis a partir do décimo quarto dia de abertura dos silos. A maior persistência das enterobactérias nas silagens de sorgo, justifica as maiores concentrações de ácido butírico presente nessas silagens. Também, acredita-se, que a persistência deste grupo de bactérias esteja relacionada aos altos teores de ácido acético das silagens, pois segundo O'KIELY e MUCK (1998), é comum ocorrer aumento da produção de ácidos orgânicos de cadeia curta, principalmente do ácido acético, naquelas silagens onde há altos teores de carboidratos e a presença de enterobactérias.

Segundo LUIS e RAMIREZ (1988), normalmente as enterobactérias multiplicam-se até aproximadamente o sétimo dia após a ensilagem, quando são substituídas pelos grupos lácticos; no entanto, essas apresentam grande poder de sobrevivência e podem ser encontradas até os 30 dias de conservação, devido à sua habilidade de crescimento sob condições de anaerobiose e por protegerem-se, quando condições adversas são encontradas, tal qual acontece sob valor de pH muito baixo. Isto pode ser confirmado pelos trabalhos de BOLSEN et al. (1992), que observaram população de enterobactérias de 10^4 e 10^2 ufc/g de silagem de milho, após 42 e 120 dias do fechamento do silo, respectivamente. No entanto, pesquisas com silagens, de diferentes plantas forrageiras, vêm demonstrando que esses grupos microbianos sofrem grandes reduções até o décimo dia de ensilagem (SELMER-OLSEN, 1993, MEESKE et al. 1999), podendo ou não desaparecer por completo até o final do período de conservação.

Tabela 7 - Populações de enterobactérias, bactérias ácido lácticas (BAL), mofo e leveduras e de bactérias do gênero *Bacillus*, antes e após a ensilagem de plantas de milho e sorgo, expressadas como log de unidades formadoras de colônia por grama de forragem fresca (log ufc/g)

Silagem	Períodos de abertura dos silos (dias)						
	0 ¹	1	3	7	14	28	56
Enterobactérias							
Milho	3,30	3,60	5,81	4,46	n/d*	n/d	n/d
Sorgo	4,20	4,30	5,50	3,70	4,80	n/d	n/d
BAL							
Milho	6,20	8,54	8,40	8,00	8,70	6,80	6,70
Sorgo	6,50	7,90	7,70	7,40	7,50	6,50	6,40
Mofos e leveduras							
Milho	7,00	5,00	3,80	4,60	4,70	4,80	4,50
Sorgo	7,80	6,30	6,00	5,90	5,80	5,50	5,50
<i>Bacillus</i>							
Milho	4,50	4,00	5,10	4,70	4,10	4,60	3,30
Sorgo	4,60	3,60	3,80	3,90	4,10	4,10	4,10

¹ Dados representam médias de duas repetições.

² Corresponde à planta antes da ensilagem.

* n/d = não detectável.

A população de bactérias produtoras de ácido láctico (BAL), nas plantas picadas e respectivas silagens, determinadas nos materiais frescos, é apresentada na Tabela 7. Observou-se altas populações iniciais de BAL nas plantas de milho e sorgo (10^6 ufc/g), antes da ensilagem, valor este superior às 10^5 ufc/g de forragem fresca, preconizado por MUCK (1991), como mínimo necessário para que perdas significativas deixem de ocorrer ao longo da fermentação, em decorrência da prevalência da fermentação láctica das silagens. Observou-se que o grupo de BAL mostrou-se dominante nas silagens

de milho e sorgo, em relação aos demais grupos de microrganismos. Ao final do primeiro dia de fermentação, notou-se que as populações de BAL aumentaram nas duas silagens, apresentando valores acima de 10^8 e 10^7 ufc/g de forragem fresca, para silagens de milho e sorgo, respectivamente. A silagem de milho apresentou população de BAL superior à observada para a silagem de sorgo, ao longo dos diferentes períodos de abertura dos silos. A população desses microrganismos cresceu até o 14^o dia, para ambas as silagens avaliadas.

ZHANG et al. (2000) observaram que, mesmo quando a população de BAL na planta picada, antes da ensilagem, é alta, podem ocorrer benefícios, como maior velocidade de queda do pH e produção mínima de ácido butírico, quando outros grupos de microrganismos lácticos são adicionados por meio de inoculantes microbianos. CHARMLEY et al. (1997) relataram que a população de BAL pode ou não aumentar bruscamente entre a colheita no campo e o momento que antecede a ensilagem da alfafa. Esses autores observaram, que o emurchecimento ou a maceração possibilitam a elevação da população de BAL de 10^6 para 10^8 ufc/g de forragem.

As populações de mofos e leveduras nas plantas de milho e sorgo, antes da ensilagem foram de 10^7 ufc/g de forragem fresca, para ambas as plantas avaliadas. Um dia após o fechamento dos silos, observou-se redução na população desses microrganismos, sobretudo para a silagem de milho, que atingiu 10^5 ufc/g de forragem fresca. A planta e a silagem de sorgo apresentaram uma população de mofos e leveduras aproximadamente 10 vezes maior que aquela determinada na planta e na silagem de milho (em média $10^5 \times 10^6$ ufc/g de forragem fresca, para milho e sorgo, respectivamente). Segundo LUIZ e RAMÍREZ (1986), estes microrganismos são capazes de sobreviverem sob valores de pH muito baixos e utilizam o ácido láctico como fonte de energia, convertendo grande parte deste em etanol. Possivelmente, as silagens de milho confeccionadas no presente estudo, por conterem teores mais elevados de ácido acético, sofreram ação efetiva das leveduras, conforme já discutido.

As populações de bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus*, quantificadas em plantas de milho e sorgo, e suas silagens encontram-se na Tabela 7. De maneira geral, o crescimento deste grupo de microrganismo manteve-se relativamente estável, ao longo dos períodos de abertura dos silos.

Segundo WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991), bactérias que compõem o gênero *Bacillus* possuem habilidade para crescerem sob condições anaeróbicas, porém só apresentam riscos para a conservação de silagens na fase de abertura do silo, por serem capazes de deteriorar a silagem até mesmo numa intensidade superior à apresentada pelos mofos e leveduras.

Conclusões

Todas as silagens produzidas podem ser classificadas como de boa qualidade, considerando-se os baixos valores de pH, de nitrogênio amoniacal/Ntotal e de ácido butírico e os altos teores de ácido láctico presentes.

Os inoculantes microbianos não apresentaram resposta consistente para as variáveis analisadas, possivelmente em decorrência do suprimento adequado de carboidratos solúveis pelas plantas estudadas.

As populações bacterianas quantificadas nas silagens de milho e sorgo podem ser consideradas adequadas para manutenção de uma boa fermentação no silo.

Referências bibliográficas

- BALL, D. M., HOVELAND, C. S., LACEFIELD, G. D. Southern forages. Georgia:PDI/FAR, 1991. p.147-153: Silage production and feeding.
- BECK, T. The micro-biology of silage fermentation. In: FERMENTATION OF SILAGE - A REVIEW. Georgia:NFIA, p.63-117, 1978.
- BERNARDINO, M. L. A. 1996. Avaliação nutricional de silagens de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de porte médio com diferentes teores de taninos e suculência no colmo. Belo Horizonte:Escola de Veterinária da UFMG, 87p. (Dissertação) Mestrado em Zootecnia.
- BOLSEN, K. K. Issues of top spoilage losses in horizontal silos. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, 1997, Pennsylvania, Proceedings... New York: NRAES, p.137-150, 1997.
- BOLSEN, K. K., LIN, C., BRENT, B. E., et al. 1992. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. J. Dairy Sci., 75 (11):3066-3083.
- CHARMLEY, E., SAVOIE, P., MCQUEEN, R. E. 1997. Influence of maceration at cutting on lactic acid bacteria populations, silage fermentation and voluntary intake and digestibility of precision-chopped lucerne silage. Grass Forage Sci., 52:110-121.
- DAESCHEL, M. A., ANDERSSON, R. E., FLEMING, H. P. 1987. Microbial ecology of fermenting plant materials. FEMS Microb. Rev. 46(3):357-367.
- GOURLY, L. M., LUSK, J. W. 1978. Genetic parameters related to sorghum silage quality. J. Dairy Sci., 61(12):1821-1827.
- HART, S. P. 1990. Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. J. Anim. Sci., 68(11):3832-3842.
- HOLT, J. G., KRIEG, N. R., SNEATH, P. H. A. et al. Bergey's Manual of determinative bacteriology, 9 ed. Baltimore:William & Wilkins, 787 p., 1994.
- KUNG JR., L. 1996. Use of additives in silage fermentation. In: Direct-fed microbial, enzyme & forage additive compendium. p.37 – 42.
- LANGTON, C. W., WISEMAN, H. G., GORDON, C. H. et al. 1962. Chemical and bacteriological changes in grass silage during the early stages of fermentation. J. Dairy Sci. 45(3):396-402.

- LUIS, L., RAMÍREZ, M. 1988. Estudio de algunos indicadores bioquímicos y microbiológicos en ensilaje de Cra-265. *Pastos y Forrajes*, 11(1):88-93.
- LUIZ, L., RAMIREZ, M. 1986. Cinética de los principales grupos de microorganismos en un ensilaje de buffel formidable. *Pastos Forrajes*, 11(1):71-78.
- MAHANNA, W. C. Silage fermentation and additive use in North America. In: *SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL*. 1993. New York. Proceedings..., New York:NRAES, n.67, p.85-95, 1993.
- MATSUSHIMA, J. K. Quality factors in corn and sorghum silage. In: *ANIMAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE*, 26, 1971, Chicago. Proceedings..., Chicago:ASTA, p.83-87. 1971.
- McDONALD, P., EDWARDS, R. A. The chemistry of silage fermentation. In: *FERMENTATION SILAGE – A REVIEW*. Georgia:NFIA, p.29-43, 1978.
- McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. 1991. The biochemistry of silage. 2 ed., Marlow:Chalcombe Pub. 340p.
- MEESKE, R., BASSON, H. M. 1998. The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 70:239.
- MEESKE, R. BASSON, H. M., CRUYWAGEN, C. W. 1999. The effect of a lactic acid inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of *Digitaria eriantha* silage. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 81(3/4):237-248.
- MILLER, D. A., ROTZ, C. A. Harvesting and storage. In: *FORAGES: AN INTRODUCTION TO GRASSLAND AGRICULTURE*. 5 ed., v.1, p.163-174, 1995.
- MUCK, R. E. Silage fermentation. In: *MIXED CULTURES IN BIOTECHNOLOGY*. New York:McGrow Hill Inc., cap.7, p.171-204, 1991.
- 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., 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.
- MUCK, R. E., PITT, R. E. 1994. Aerobic deterioration in corn silage relative to the silo face. *Transactions ASAE*. 37(3):735-743.

MUCK, R. E., SPOELSTRA, S. F., VAN WIKSELAAR, P. G. 1992. Effects of carbon dioxide on fermentation and aerobic stability of maize silage. J. Sci. Food Agric., 59:405-412.

OFFICIAL methods of analysis. 1980. 13 ed. Washington, D. C.:AOAC, 1015p.

O'KIELY, P. MUCK, R. E. 1998. Grass silage. In: GRASS FOR DAIRY CATTLE. J.H. Cherney & D. J. R. Cherney. CABI-Publishing, p.223-251.

PAHLOW, G. Ecological studies of epiphytic lactic acid bacteria (LAB) on whole plant maize and in inoculated silage. In: FOOD FOR THOUGHT, 1989, Proceedings..., Iowa:Pionner-HBI, 2 ed., p.11-26, 1989.

PAIVA, J. A. J. 1976. Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. Belo Horizonte:Escola de Veterinária da UFMG, 85 p. (Dissertação) Mestrado em Zootecnia.

PEDROSO, A. F., FREITAS, A. R., SOUZA, G. B. 2000. Efeito de inoculante microbiano sobre a qualidade da silagem e perda de matéria seca durante a ensilagem de sorgo. Rev. Bras. Zootec., 29 (1):48-52.

PITT, R. E. 1990. Silage and Hay Preservation. Cornell University. 53 p. (NRAES, 5).

PITT, R. E. Animal science mimeograph series. New York: Cornell Cooperative Extension, 1991. p.113-127: Managing bunker silos to maximize feed quality.

RANJIT, N. K., KUNG JR., L. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci., 83(3):526-535.

SEALE, D. R. 1986. Bacterial inoculants as silage additives. J. Applied Bact. Symp. Supplement. 61 (Supplement): 9S-26S.

SELMER-OLSEN, I., HENDERSON, A. R., ROBERTSON, S. et al. 1993. Cell wall degrading enzymes for silage.1. The fermentation of enzyme-treatment ryegrass in laboratory silos. Grass and Forage Sci., 48:45-54.

SILVA, D. J. 1998. Análise de alimentos:métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG:UFV. 165p.

SNYMAN, L. D., JOUBERT, H. W. 1996. Effect of maturity stage and method of preservation on the yield and quality of forage sorghum. Anim. Feed Sci. Technol. 57(1/2):63-73.

STAPLES, C. R. Dairy science handbook. Gainesville:University of Florida, 1994. p.61-65, Corn silage for dairy cows.

WEIBERG, Z. G., MUCK, R. E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microb. Rev., 19 (1): 53-68.

WERNLI, C., OJEDA, F. Nutrición de rumiantes:guia metodológica de investigación. San José:ILCA, 1990. p.179-218:Metodologías para investigaciones sobre conservacion y utilization de ensilajes.

WOOLFORD, M. K. 1984.The silage fermentation. New York:Marcel Dekker. 350p.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In:SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, Anais..., Piracicaba:FEALQ, p.169-217, 1991.

ZHANG, J.G., CAI, Y., KOBAYASHI, R. et al. 2000. Characteristics of lactic acid bacteria isolated from forage crops and their effects on silage fermentation. J. Sci. Food Agric., 80(10):1455-1460.

**Composição Bromatológica e Digestibilidade “*in vitro*”
da Matéria Seca de Silagens de Milho e Sorgo,
Tratadas com Inoculantes Microbianos**

RESUMO - Avaliaram-se a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculantes microbianos, em diferentes períodos de abertura dos silos, usando-se silos laboratoriais. Utilizou-se um arranjo fatorial 6 x 2 x 3 (seis períodos de abertura dos silos x duas silagens x três inoculantes), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, para avaliação dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), e um arranjo fatorial 4 x 2 x 3 (quatro períodos de avaliação x duas forrageiras x três inoculantes), com três repetições, para avaliação dos constituintes fibrosos e da digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS). Observou-se efeito da interação período x silagem x inoculante, para os teores de matéria seca, e da interação inoculante x período, para a proteína bruta das silagens. Para a fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) também observou-se efeito da interação triplíce. Estimaram-se teores mínimos de FDN para as silagens de milho tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, respectivamente, de 52,14 e 50,75%, aos 37,34 e 46,1 dias após a ensilagem. Analisando-se o efeito de silagem, dentro de inoculante, observou-se para a silagem de milho menores teores de FDA naquelas tratadas com inoculantes microbianos, enquanto para silagem de sorgo o menor valor foi observado naquela que não foi tratada. Para a celulose, observou-se na silagem de milho, menores valores nas silagens tratadas. Todavia, na silagem de sorgo, não foi detectado efeito de inoculante sobre este constituinte. Os teores médios de hemicelulose, foram influenciados por silagem, período e inoculante, registrando-se maior valor para a silagem de milho (29,8%), em comparação à de sorgo (28,4%). Observou-se efeito quadrático de período, para a DIVMS da silagem de milho tratada com os inoculantes Silobac e Maize-All, estimando-se valores máximos de 71,1 e 71,7%, aos 42,29 e 50,3 dias de ensilagem, respectivamente. Já a DIVMS das

silagens de sorgo não foram influenciadas pelo período de ensilagem, registrando-se, respectivamente, valores médios de 59,7; 60,2 e 60,2%, respectivamente, para a silagem não tratada e tratada com os inoculantes Silobac e Maize-All.

Palavras-chave: celulose, fibra em detergente ácido, fibra em detergente neutro, hemicelulose, matéria seca, proteína bruta.

**Chemical composition and “in vitro” dry matter
digestibility of corn and sorghum silages with
and without microbial inoculants**

ABSTRACT - It was evaluated the chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) of corn and sorghum silages with and without microbial inoculants during several periods of opening of the silos using laboratory silos. A 6 x 2 x 3 factorial arrangement of treatments (6 periods of opening of the silos x 2 silages x 3 inoculants) was used in a completely randomized design with three repetitions for evaluation of the dry matter (DM) and crude protein (CP) contents and a 4 x 2 x 3 factorial arrangement of treatments (4 periods of opening of the silos x 2 silages x 3 inoculants) with three repetitions was used to evaluate the fiber constituents and IVDMD. The effect of the interaction period x inoculant was observed for silages DM content and the interaction inoculant x period was observed for silages CP content. The neutral detergent fiber (NDF) and acid (ADF) were affected by the triple interaction. A minimum NDF content to inoculated corn silage was estimated using Silobac and Maize-All inoculants, respectively being of 52.14 and 50.75% at the 37.34 and 46.1 days of ensiling. By analyzing silage effect, inside inoculant, it was observed for corn silage lower content of ADF in the inoculated silages while for sorghum silage the lower value was determined to silage without microbial inoculant treatment. The cellulose content observed was lower in the corn silage with microbial inoculant when compared with untreated silages. However, to sorghum silage there was no inoculant effect to this cell wall constituent. The medium value of hemicellulose content was influenced by silage, period and inoculant and the higher value was observed to corn silage (29.8%) when compared with sorghum silage (28.4%). A quadratic effect was observed to period in the IVDMD of corn silages treated with Silobac and Maize-All, showing maximum values of 71.1 and 71.7% at 42.29 and 50.3 days of ensiling, respectively. The IVDMD of sorghum silage was not influenced by

ensiling period showing medium values of 59.7, 60.2 and 60.2% to silage without inoculant and treated with Silobac and Maize-All, respectively.

Key word: acid detergent fiber, cellulose, crude protein, dry matter, hemicelullose, neutral detergent fiber.

Introdução

A preservação de nutrientes das plantas ensiladas, fornecidas aos ruminantes, é dependente de vários fatores. Imediatamente após a colheita e picagem da planta, iniciam-se modificações químicas, que serão ainda mais pronunciadas com o fechamento do silo. Nestas condições, a planta é submetida a diversas transformações que se relacionam principalmente com o conteúdo de matéria seca da forragem e com o tipo de fermentação presente no silo (PETTIT, 1999). Algumas perdas de nutrientes são consideradas evitáveis, e por isto, a eficiência da sua preservação estará relacionada principalmente com o rápido enchimento do silo e com a sua correta vedação, condições fundamentais para que o rápido estabelecimento da anaerobiose ocorra, sem elevação acentuada da temperatura e perda excessiva de nutrientes (FERREIRA, 1991).

Forrageiras ensiladas com cerca de 6 a 8% de carboidratos solúveis na matéria seca fornecem quantidades suficientes de açúcares aos microrganismos responsáveis pelas fermentações desejáveis, tornando-se possível produzir uma silagem de boa qualidade (ZAGO, 1991).

A hidrólise ácida e enzimática dos carboidratos estruturais, sobretudo da hemicelulose, que ocorre dentro do silo, provoca a redução da fibra em detergente neutro, em níveis que variam de 10 a 30 gramas por quilograma de matéria seca (ROTZ e MUCK, 1994). Segundo estes autores, geralmente a hidrólise ácida da hemicelulose tem maior significado do que a sua hidrólise enzimática. No entanto, MUCK (1996) relatou que a hidrólise da hemicelulose acontece lentamente, sendo esta causada pela intervenção da concentração dos íons hidrogênio presentes na silagem.

CHERNEY et al. (1986), verificaram a existência de grandes variações entre os constituintes da parede celular em plantas de sorgo, o que pode

resultar em grandes diferenças da extensão da digestão da fibra em detergente neutro, celulose e hemicelulose.

Segundo VAN SOEST (1994), a associação da proteína aos componentes da parede celular reduz a solubilidade protéica e faz com que esta seja recuperada na fibra em detergente neutro. Todavia, as ligações covalentes presentes, que fazem com que a proteína torne-se insolúvel em detergente neutro, não impedem que esta seja digerida, por apresentarem alta digestibilidade, mesmo sendo a digestão efetuada sob taxas mais lentas que as frações prontamente solúveis em detergente neutro.

Há uma importante variação na associação dos vários componentes químicos com o consumo e a digestibilidade. A lignina e a fibra em detergente ácido são mais associadas com a digestibilidade, enquanto outros componentes, particularmente a fibra em detergente neutro está relacionada com o consumo voluntário (VAN SOEST et al., 1978).

O principal objetivo de quem produz silagem é maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca. No entanto, a fermentação dentro do silo é um processo complexo, de difícil monitoramento, e por isto vários aditivos de silagem vêm sendo utilizados nas duas últimas décadas com o objetivo de proporcionar condições favoráveis à máxima recuperação da energia deste alimento, com subsequente ganho no desempenho animal. Dentre estes aditivos, os inoculantes microbianos representam uma importante ferramenta, pois, segundo HENDERSON (1993), contribuem para a redução da proteólise enzimática, advinda da rápida queda do pH dentro do silo, o que favorece a produção de grandes quantidades de ácido lático, e representa por isso a possibilidade de ocorrer maior recuperação de matéria seca. O autor relata também que os inoculantes microbianos são mais efetivos em silagens de capins e leguminosas, do que em silagens de milho e sorgo, que possuem a flora bacteriana láctica natural em grandes populações.

Porém, segundo MUCK (1996), o uso de inoculantes microbianos poderá também apresentar efeito negativo na conservação da silagem após a

abertura do silo, se os teores de carboidratos solúveis residuais na silagem forem elevados, criando-se condições favoráveis para atuação de microrganismos aeróbicos indesejáveis, tal qual ocorre para as leveduras, o que pode proporcionar uma rápida queda da estabilidade da silagem e, por conseguinte, uma redução no seu valor nutritivo. Assim sendo, o uso de inoculantes microbianos poderá influenciar levemente ou intensamente a ação dos microrganismos indesejáveis, dependendo das alterações finais do pH, conteúdo de açúcares residuais, ácido lático e ácido acético.

O sucesso no uso do inoculante microbiano está vinculado a três fatores: 1) à população natural de bactérias lácticas, 2) ao conteúdo de açúcares da forragem, e 3) a(s) cepa(s) de bactéria(s) presente(s) no inoculante. A bactéria que constitui o inoculante deverá ser eficiente na competição com a flora microbiana natural da planta, devendo ainda mostrar-se efetiva junto ao processo fermentativo, condições que resultarão num maior desempenho do animal (MUCK, 1993).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição bromatológica e a digestibilidade "*in vitro*" da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia (DZO), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, no período de outubro de 1998 a abril de 1999. A cidade de Viçosa está situada a 20° e 45' de latitude sul, 42° e 51' de longitude oeste e 657 m de altitude, apresentando precipitação média anual de 1.341 mm, dos quais cerca de 86% ocorrem nos meses de outubro a março. A temperatura média das máximas é de 26,1°C e a média das mínimas é de 14,0°C (MINISTÉRIO DA

AGRICULTURA, 1961). O clima da região é classificado com “Cwa”, segundo a classificação proposta por Köepen (1948).

Utilizou-se um arranjo fatorial 6 x 2 X 3 (seis períodos de avaliação x duas silagens x três inoculantes), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, para avaliação dos teores de matéria seca e proteína bruta. Para avaliação dos constituintes fibrosos e da DIVMS, consideraram-se apenas quatro períodos (1, 14, 28 e 56 dias).

O plantio do milho (AG 1051) e do sorgo (AG 2002), foi efetuado em outubro de 1998, em área do Departamento de Zootecnia, conforme descrito no primeiro capítulo deste trabalho. Neste também encontram-se descritos o modo de confecção das silagens, os inoculantes microbianos comerciais utilizados e a forma de aplicação destes.

Amostras dos materiais frescos, antes da ensilagem e nos variados períodos de abertura dos silos, sofreram pré-secagem por 72 horas em estufa de ventilação forçada entre 60-65°C, e foram moídas em moinho tipo “Thomas-Willey”, utilizando-se peneira de 1 mm, sendo em seguida acondicionadas em frascos de vidro com tampa para a realização das análises bromatológicas. Nessas amostras, determinaram-se a matéria seca em estufa a 105°C, e os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS), segundo recomendações de SILVA (1998).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o programa SAEG, versão 8.0 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2000). Para os fatores qualitativos, aplicou-se o teste SNK, a 5% de probabilidade, na comparação das médias. A escolha das equações de regressão, baseou-se no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste de “t”.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, encontram-se os teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HEM) e lignina (LIG), determinados nas plantas de milho e sorgo antes da ensilagem.

Tabela 1 - Composição bromatológica das plantas de milho e sorgo, antes da ensilagem

Planta	MS (%)	PB	FDN	FDA	CEL	HEM	LIG
		expressos na MS					
Milho	30,33	7,68	60,72	28,89	25,43	29,83	4,20
Sorgo	25,38	6,22	62,65	31,38	23,59	28,56	4,77

Os teores de MS, de ambas as espécies encontram-se acima dos 25%, preconizados por McDONALD et al. (1991), como condição necessária para que as perdas de efluentes dentro do silo sejam minimizadas, e conseqüentemente ocorra a manutenção dos nutrientes do material ensilado. O teor de PB no milho foi superior ao observado para o sorgo.

Observou-se efeito ($P < 0,01$) da interação período x inoculante x silagem, para o teor de matéria seca das silagens de milho e sorgo, cujos valores médios encontram-se na Tabela 2. Analisando-se o efeito de silagem, dentro de inoculante, observa-se para a silagem de milho, que seu teor de matéria seca foi influenciado apenas no 1^o e no 28^o dia de abertura dos silos,

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca de silagens de milho e de sorgo com e sem inoculantes microbianos, nos diferentes períodos de abertura dos silos

Inoculante	Silagem	
	Milho	Sorgo
1 dia de ensilagem		
Controle	30,24 Ba	25,72 Ab
Silobac	31,04 Aa	24,83 Bb
Maize-All	31,45 Aa	24,90 Bb
3 dias de ensilagem		
Controle	29,74 Aa	25,79 Ab
Silobac	30,16 Aa	26,12 Ab
Maize-All	30,20 Aa	25,79 Ab
7 dias de ensilagem		
Controle	30,19 Aa	25,44 Ab
Silobac	30,22 Aa	25,75 Ab
Maize-All	30,13 Aa	26,31 Ab
14 dias de ensilagem		
Controle	30,09 Aa	26,76 Ab
Silobac	30,20 Aa	24,53 Cb
Maize-All	30,59 Aa	25,33 Bb
28 dias de ensilagem		
Controle	29,68 Ba	26,58 Ab
Silobac	30,50 Aa	23,83 Bb
Maize-All	30,91 Aa	24,23 Bb
56 dias de ensilagem		
Controle	29,40 Aa	26,52 Ab
Silobac	29,62 Aa	23,45 Cb
Maize-All	29,63 Aa	24,37 Bb

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas, para cada período, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.

registrando-se menores valores para o material não tratado. Já para a silagem de sorgo, não se observou efeito de inoculantes apenas aos 3 e 7 dias após a ensilagem.

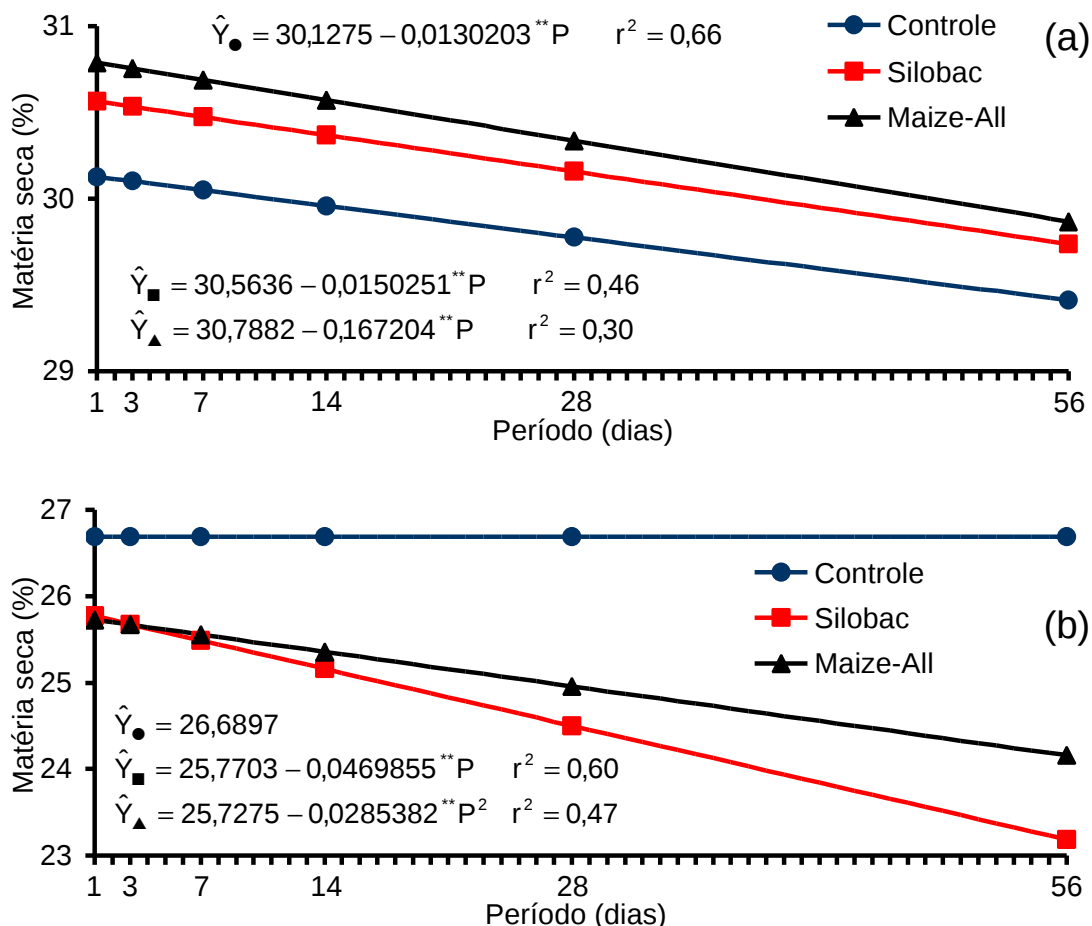
Analisando-se o efeito de inoculante dentro de silagem, observou-se maiores teores de matéria seca para a silagem de milho, independentemente do inoculante utilizado. Isso se explica, pelo maior teor de matéria seca original na planta de milho. Acrescenta-se a isso o caráter succulento do colmo do híbrido de sorgo, AG 2002.

Na Figura 1, encontram-se as estimativas dos teores de matéria seca das silagens de milho e sorgo, em função do período de abertura dos silos, para os diferentes inoculantes. Para as silagens de milho, estimaram-se reduções nos teores de matéria seca de 0,0130203; 0,0150251 e 0,0167204 unidades/dia de armazenamento, para a silagem controle e tratadas com Silobac e Maize-All, respectivamente (Figura 1a). Já os teores de matéria seca das silagens de sorgo decresceram 0,0469853 e 0,0285382 unidades, para cada dia de armazenamento, para silagens tratadas com Silobac e Maize-All, respectivamente (Figura 1b).

Na Tabela 3, encontram-se os teores médios de proteína bruta, das silagens em função dos inoculantes microbianos utilizados, conforme os períodos de abertura dos silos. Detectou-se o efeito da interação período x inoculante, registrando-se efeito de inoculante ($P < 0,05$), somente no 28^o e 56^o dia de abertura dos silos. Os teores de PB das silagens de milho e sorgo deste estudo foram semelhantes àqueles observados por PIMENTEL et al. (1998) e MOREIRA et al. (2001).

Na Figura 2, encontra-se a estimativa dos teores médios de PB das silagens, em função do período de abertura do silo. O teor de PB da silagem não tratada, não foi influenciado pelo período, registrando-se valor médio de 6,9%. Já para silagens tratadas com Silobac e Maize-All detectaram-se efeitos linear e quadrático, respectivamente. No primeiro caso, estimou-se incremento de 0,00774033 unidades no teor protéico, para cada dia de ensilagem. Já para

a silagem tratada com Maize-All, estimou-se valor máximo de PB de 7,28%,



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

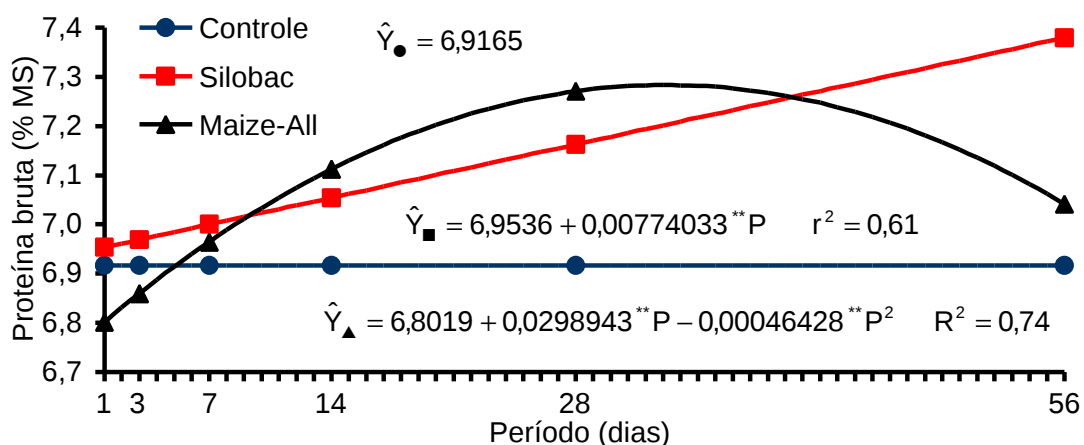
Figura 1 - Estimativa dos teores médios de matéria seca das silagens de milho (a) e sorgo (b), em função dos períodos de abertura dos silos (P), para os respectivos inoculantes.

aos 32,19 dias de ensilagem. Este comportamento não tem uma explicação biológica consistente, pois esperar-se-ia que os teores de proteína bruta permanecessem inalterados ao longo do período de fermentação. É possível que isso decorra de uma melhor conservação da PB das silagens tratadas, em função da redução do nitrogênio amoniacal/Ntotal, nessas silagens, conforme constatado no trabalho anterior.

Tabela 3 - Teores médios de proteína bruta (% MS), em função de inoculantes microbianos e períodos de abertura dos silos

Inoculante	Período de abertura dos silos (dias)					
	1	3	7	14	28	56
Controle	6,73 A	6,94 A	7,13 A	6,95 A	6,77 C	6,97 B
Silobac	6,87 A	6,91 A	7,20 A	7,15 A	7,00 B	7,42 A
Maize-All	6,75 A	6,94 A	7,12 A	7,00 A	7,31 A	7,02 B

Letras maiúsculas diferentes nas colunas diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 2 - Estimativa dos teores médios de proteína bruta das silagens, em função dos períodos de abertura dos silos (P), para os respectivos inoculantes.

A exemplo do observado para matéria seca, detectou-se efeito da interação período x silagem x inoculante, para os teores de fibra em detergente neutro e ácido. Na Tabela 4, encontram-se os teores médios de FDN para

silagens de milho e sorgo, em função de inoculantes microbianos, e períodos de abertura dos silos. Analisando-se o efeito de silagem, dentro de inoculante, no último dia de abertura dos silos, constata-se menores teores de FDN nas silagens de milho tratadas com inoculantes microbianos, registrando-se menor valor naquela tratada com Maize-All. Por sua vez, para a silagem de sorgo, registrou-se menor teor de FDN, para a silagem não tratada. O menor teor de FDN na silagem de milho tratada com o inoculante Maize-All, deve-se provavelmente à maior disponibilização de substratos fermentativos, tais como celulose e hemicelulose, provocadas por enzimas presentes neste produto.

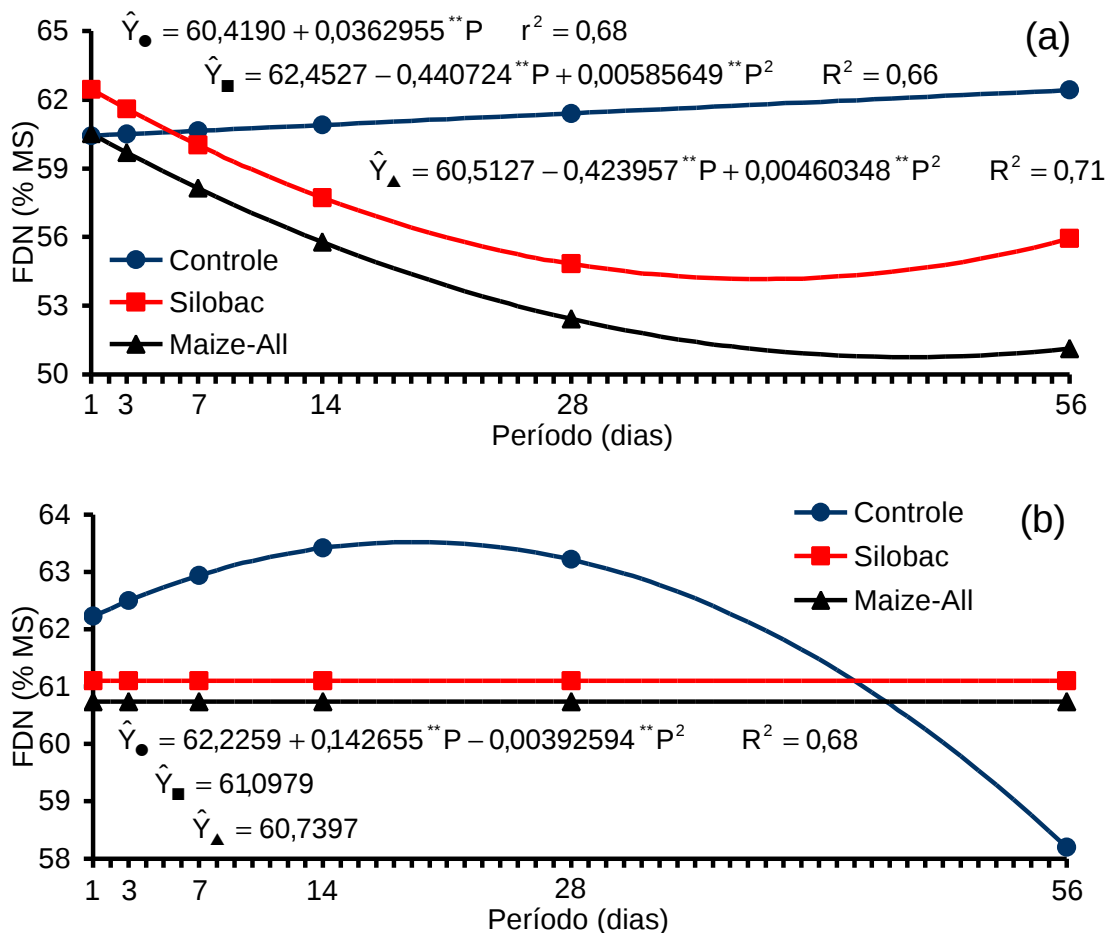
Os teores de FDN das silagens de milho e sorgo do presente estudo encontram-se dentro da faixa normalmente registrada em outros trabalhos, no Brasil, como aqueles observados por SILVA et al. (1999), quando da avaliação de silagens destas espécies.

Na Figura 3, encontra-se as estimativas dos teores de fibra em detergente neutro das silagens, em função do período de abertura dos silos, para os diferentes inoculantes microbianos. Observou-se efeito quadrático de período para os teores de FDN das silagens de milho tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, estimando-se valores mínimos, respectivamente, de 51,08 e 50,75%, aos 37,63 e 46,05 dias após a ensilagem (Figura 3a). Para a silagem de milho não tratada, estimou-se acréscimos na FDN de 0,0362955 unidades por dia de ensilagem. No caso das silagens tratadas, isso pode ser explicado pelo efeito de diluição decorrente do aumento no teor protéico das silagens, com o período de ensilagem, ou ainda, devido à hidrólise da FDN. Já para silagem de sorgo, observou-se efeito apenas para a silagem não tratada, estimando-se valor máximo de 63,52% aos 18,17 dias (Figura 3b). Este resultado indica que nem sempre a adição de aditivos contendo microrganismos é eficiente em relação à disponibilização de constituintes da fração fibrosa, que são passíveis de serem hidrolizados. Alguns estudos, como por exemplo, os de PHILLIP e FELLNER (1992) e KUNG JR. e RANJIT (2001), constataram que silagens de milho tratadas com inoculantes microbianos contendo ou não enzimas não apresentaram

Tabela 4 - Teores médios de fibra em detergente neutro (% da MS), de silagens de milho e sorgo com e sem inoculantes microbianos, nos diferentes períodos de abertura dos silos

Inoculante	Silagem	
	Milho	Sorgo
1 dia de ensilagem		
Controle	62,82 Aa	63,06 Aa
Silobac	61,06 ABa	61,22 Aa
Maize-All	59,15 Ba	61,75 Aa
14 dias de ensilagem		
Controle	59,76 Aa	61,69 Aa
Silobac	59,85 Aa	63,60 Aa
Maize-All	57,87 Aa	62,61 Aa
28 dias de ensilagem		
Controle	58,55 Ab	64,42 Aa
Silobac	52,96 Ba	58,63 Ba
Maize-All	50,52 Aa	59,31 Ba
56 dias de ensilagem		
Controle	64,14 Aa	57,69 Ba
Silobac	56,42 Ba	60,94 Aa
Maize-All	51,49 Ca	59,28 Aba

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas, para cada período, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 3 - Estimativa dos teores médios de fibra em detergente neutro das silagens de milho (a) e sorgo (b), em função do período de abertura dos silos (P), para os respectivos inoculantes.

respostas positivas em relação à redução da fração de FDN. Esta variação de resposta ainda não foi totalmente elucidada, sobretudo na avaliação do efeito da adição de enzimas (celulolíticas, hemicelulolíticas e amilolíticas), via inoculantes microbianos (WOOLFORD, 1984; MEESKE, 2001); razão que justifica futuras ações de pesquisadores que atuam na área da conservação de plantas forrageiras, buscando-se elucidar as relações existentes entre as diferentes espécies de plantas, espécies e cepas de bactérias e enzimas,

antes de se predizer as possíveis respostas pelos ruminantes (PHILLIP e FELLNER, 1992).

Os teores médios de FDA das silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculantes microbianos, em função dos dias de ensilagem são apresentados na Tabela 5. Analisando-se o efeito de inoculante dentro de silagens, constata-se que os teores de FDA foram semelhantes ($P > 0,05$) entre as silagens de milho e sorgo, independentemente do inoculante usado. Analisando-se o efeito de silagem, dentro de inoculante, no último dia de abertura dos silos, constata-se para a silagem de milho, menores teores de FDA, naquelas tratadas com inoculantes microbianos, que por sua vez não diferiram ($P > 0,05$) entre si. Para o sorgo registrou-se menor valor na silagem controle, a exemplo do constatado para o teor de FDN.

RANJIT e KUNG JR. (2000), também observaram redução dos teores de FDA para silagem de milho tratada com *L. plantarum*, após 100 dias de ensilagem. No entanto, não foram observadas reduções, quando outros microrganismos foram testados.

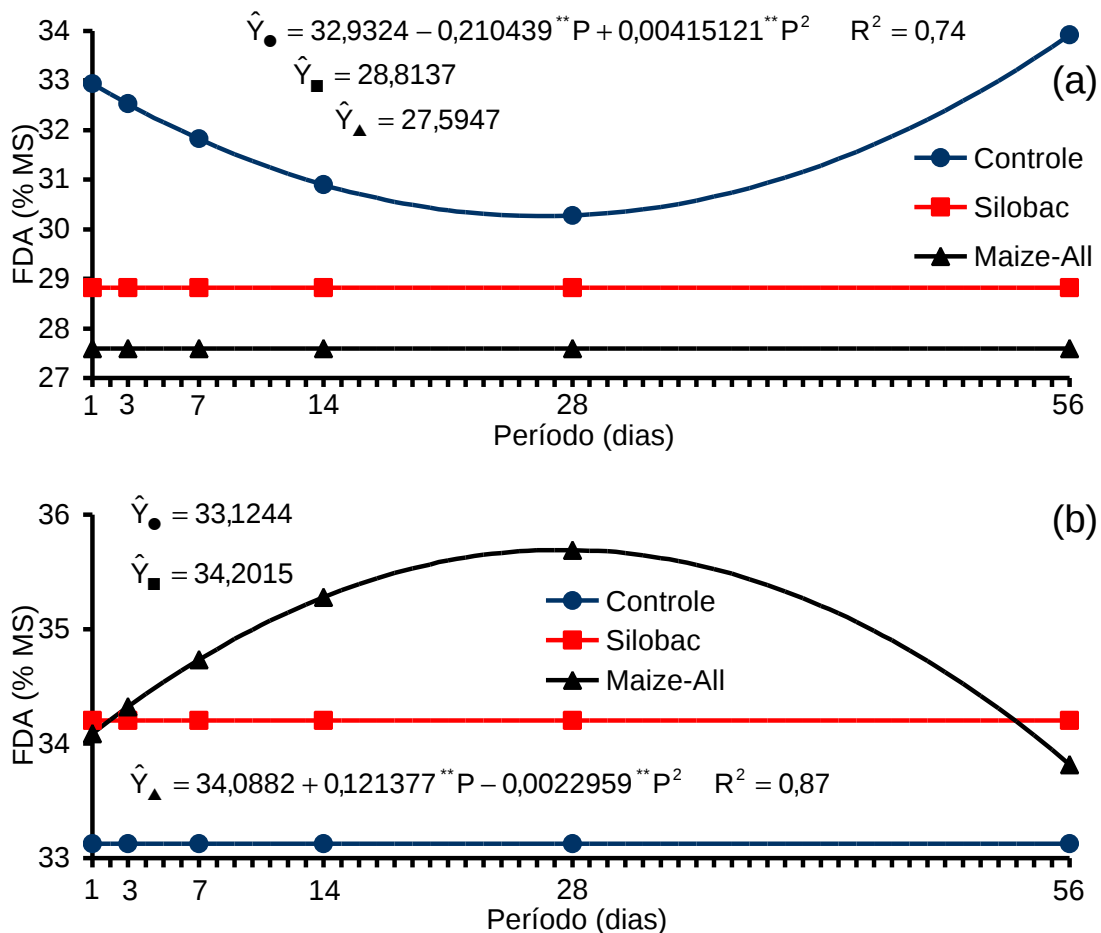
Na Figura 4, encontra-se a estimativa dos teores de fibra em detergente ácido das silagens, em função do período de abertura dos silos, para os diferentes inoculantes microbianos utilizados. Para a silagem de milho, observou-se efeito somente na ausência do inoculante microbiano, estimando-se valor mínimo de 30,27%, aos 25,35 dias após a ensilagem (Figura 4a). Quanto à silagem de sorgo, observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$) para o teor de FDA da silagem tratada com inoculante Maize-All, estimando-se valor máximo de 35,69%, aos 26,39 dias após a ensilagem. Os teores de FDA da silagem de sorgo não tratada e daquela tratada com o inoculante Silobac não foram influenciados pelo período de ensilagem, apresentando, respectivamente, valores médios de 33,12 e 34,20% de FDA (Figura 4b).

Para a celulose, detectou-se efeito apenas da interação silagem x inoculante, conforme se observa na Tabela 6. Para a silagem de milho, registrou-se menor teor de celulose nas silagens tratadas, que por sua vez não diferiram entre si ($P > 0,05$). Por outro lado, os teores deste constituinte na

Tabela 5 - Teores médios de fibra em detergente ácido (% da MS) de silagens de milho e sorgo com e sem inoculantes microbianos, nos diferentes períodos de abertura dos silos

Inoculante	Silagem	
	Milho	Sorgo
1 dia de ensilagem		
Controle	32,42 Aa	34,80 Aa
Silobac	30,52 Aa	35,40 Aa
Maize-All	29,41 Aa	35,26 Aa
14 dias de ensilagem		
Controle	31,58 Aa	31,62 Ba
Silobac	27,53 Ba	34,87 Aa
Maize-All	29,67 ABa	35,21 Aa
28 dias de ensilagem		
Controle	29,73 Aa	31,78 Aa
Silobac	28,24 Aa	33,32 Aa
Maize-All	26,60 Ba	35,78 Aa
56 dias de ensilagem		
Controle	32,26 Aa	29,29 Ba
Silobac	28,96 Ba	33,22 Aa
Maize-All	26,70 Ba	33,67 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas, para cada período, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 4 - Estimativa dos teores médios de fibra em detergente ácido das silagens de milho (a) e sorgo (b), em função dos períodos de abertura dos silos (P), para os respectivos inoculantes.

silagem de sorgo, não foram influenciados pelo uso de inoculantes. Este aumento de solubilização da celulose notado para silagens de milho contribui diretamente para a maior preservação dos seus nutrientes e poderá provavelmente influenciar a produção de ácidos orgânicos de suas silagens. Este resultado indica que a utilização de inoculantes microbianos para silagens ricas em grãos e que possuem altos teores de carboidratos solúveis é justificável, dada a oportunidade de assegurar a maior preservação do material

ensilado por meio da solubilização tardia de alguns substratos, que estão diretamente relacionados com a manutenção das condições ótimas (baixo pH, por exemplo), e dos microrganismos desejáveis (KUNG JR., 2001).

Dado o impacto do crescimento da população de microrganismos heterofermentativos e de bactérias coliformes, que aumentam as concentrações de ácidos indesejáveis e representam perdas de matéria seca e energia do alimento, a efetividade dos inoculantes microbianos sobre substratos constituintes da parede celular precisa ser determinada com maior profundidade, sobretudo porque estes representam um importante instrumento de impedimento para que transformações prejudiciais ocorram, advindas das mudanças no direcionamento da fermentação, nas fases mais tardias do processo de fermentação. Porém, FERLON et al. (1995), alertam que a maior disponibilização de açúcares para o processo fermentativo de silagens ricas em grãos nem sempre é positiva, dada a possibilidade destes também favorecerem a produção de álcoois, por leveduras, o que representa aumento de perda da matéria seca e da capacidade de putrefação da silagem após a abertura do silo, além de provocar a redução do consumo de silagem pelo animal.

Tabela 6 - Teores médios de celulose (% MS), das silagens de milho e sorgo, em função de inoculantes microbianos

Silagem	Inoculante		
	Controle	Silobac	Maize-All
Milho	27,45 Aa	24,51 Bb	23,80 Bb
Sorgo	27,35Aa	28,70 Aa	29,28 Aa

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas na linha não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.

Observou-se efeito ($P < 0,05$) dos fatores silagem, inoculante e período sobre os teores de hemicelulose das silagens. A silagem de milho apresentou valor superior àquele observado para silagem de sorgo (29,8 x 28,4%).

Na Tabela 7, encontram-se os teores médios de hemicelulose das silagens, em função de inoculantes. Observa-se menor valor para as silagens tratadas com inoculante microbiano Maize-All, que por sua vez, não diferiu ($P > 0,05$) daquela tratada com Silobac, a qual foi semelhante à silagem não tratada.

Tabela 7 - Teores médios de hemicelulose das silagens, em função de inoculantes microbianos

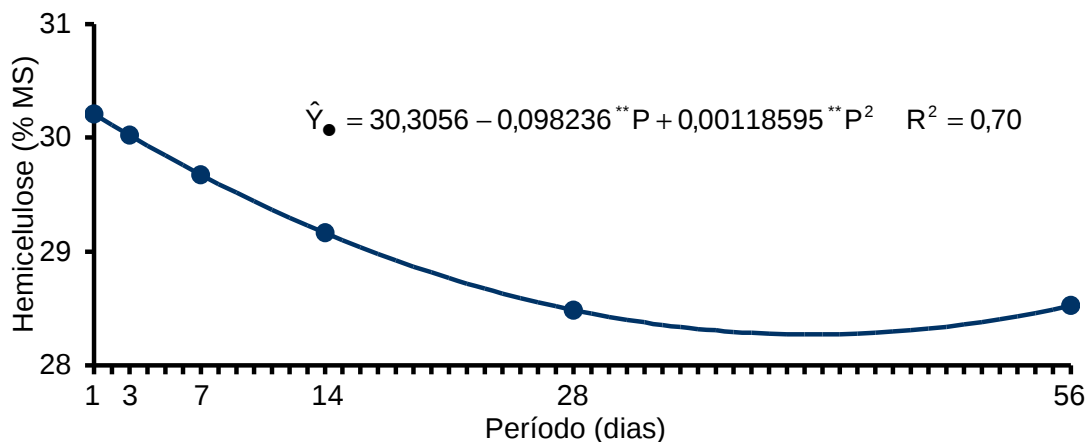
Inoculante	Hemicelulose (% na MS)
Controle	30,20 A
Silobac	29,13 AB
Maize-All	27,95 B

Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.

Segundo MUCK e KUNG JR. (1997), a redução dos teores de hemicelulose das silagens deve-se à presença de hemicelulases na planta ensilada, porém a efetividade destas enzimas varia grandemente, conforme a fonte e substratos relacionados. Para O'KIELY e FLYNN (1985), a inclusão de enzimas na confecção de inoculantes microbianos pode mostrar-se eficiente na quebra de constituintes que compõem os carboidratos estruturais das células vegetais e, desta forma, fornecer açúcares adicionais como substrato

para os microrganismos. Porém, MUCK (1996) enfatizou a necessidade da manutenção das silagens sob baixos valores de pH para que a hemicelulose possa ser quebrada pelas enzimas, sendo este efeito geralmente pequeno. Para NADEU et al. (2000), o sucesso do emprego de inoculantes microbianos contendo enzimas que potencialmente solubilizam as frações da parede celular tem sido inconsistente, sobretudo pela carência de informações que relacionem o efeito direto dessas sobre cada espécie forrageira utilizada na ensilagem, pela falta de pesquisas que mostrem as doses ideais de aplicação desses produtos e pela pequena quantidade de dados até hoje obtidos que mostrem nitidamente o efeito dessas enzimas sobre a fermentação de silagens.

Na Figura 5, encontra-se a estimativa dos teores de hemicelulose das silagens em função dos períodos de abertura dos silos. Observou-se efeito quadrático ($P < 0,01$), estimando-se valor mínimo de 28,27%, aos 41,42 dias.



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 5 - Estimativa dos teores médios de hemicelulose (% da MS) das silagens, em função dos períodos de abertura dos silos (P).

Para a lignina, observou-se efeito das interações silagem x período ($P < 0,05$) e período x inoculante ($P < 0,01$). Na Tabela 8, encontram-se os teores médios de lignina nas silagens de milho e de sorgo, em função do período de ensilagem. Observa-se que esta fração não diferiu ($P > 0,05$) entre as silagens, em todos os períodos avaliados. Avaliando-se o efeito de inoculante, dentro de período, também não se detectou efeito de período sobre os teores de lignina, estimando-se valores médios de 4,29; 4,16 e 3,93%, respectivamente, para silagens controle e tratadas com Silobac e Maize-All. Também, não detectou-se efeito de período para os teores de lignina de silagens de milho e sorgo, cujos valores médios foram de 4,24 e 4,01%, respectivamente. Tal comportamento, já era esperado, uma vez que esta fração mantém-se inalterada ao longo do processo fermentativo (VAN SOEST, 1994).

Tabela 8 - Teores médios de lignina (% da MS), das silagens de milho e sorgo, em função do período de abertura dos silos

Silagem	Período de abertura dos silos (dias)			
	1	14	28	56
Milho ¹	4,69 A	4,51 A	3,95 A	4,40 A
Sorgo ¹	3,90 A	3,82 A	3,55 A	3,91 A

¹Médias seguidas por uma mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Já para a digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca (DIVMS), detectou-se efeito ($P < 0,05$) da interação silagem x inoculante x período. Na Tabela 9, são apresentados os valores médios de DIVMS das silagens de milho e sorgo,

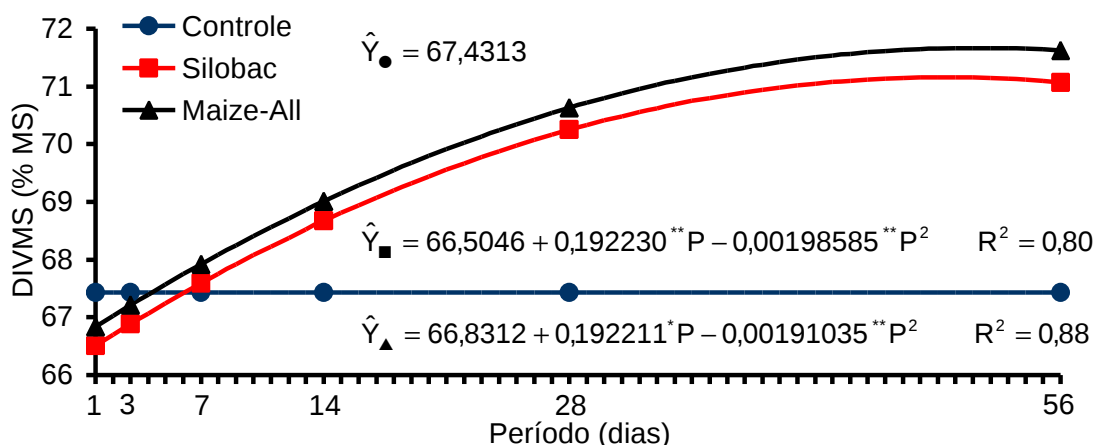
tratadas ou não com inoculantes microbianos, em função dos dias de abertura dos silos. Observou-se menor ($P < 0,05$) valor de DIVMS, para a silagem de milho não tratada com inoculante microbiano, a partir dos 14 dias de abertura dos silos. Para a DIVMS das silagens de sorgo, não detectou-se efeito de inoculantes em nenhum dos períodos de abertura dos silos.

Tabela 9 - Valores de digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca de silagens de milho e sorgo com e sem inoculantes microbianos, em função do período de abertura dos silos

Inoculante	Silagem	
	Milho	Sorgo
1 dia de ensilagem		
Controle	66,89 Aa	58,31 Aa
Silobac	66,43 Aa	59,60 Aa
Maize-All	67,12 Aa	59,42 Aa
14 dias de ensilagem		
Controle	66,60 Ba	59,44 Aa
Silobac	69,47 Aa	59,16 Aa
Maize-All	68,89Aa	59,37 Aa
28 dias de ensilagem		
Controle	67,95 Ba	60,85 Aa
Silobac	69,85 Aa	61,03 Aa
Maize-All	70,90 Aa	61,28 Aa
56 dias de ensilagem		
Controle	68,28 Ba	60,01 Aa
Silobac	71,12 Aa	60,89 Aa
Maize-All	71,57 Aa	60,63 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e por letras minúsculas iguais nas linhas, para cada período, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de SNK.

Observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) de período sobre a DIVMS das silagens de milho, tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, estimando-se, respectivamente, valores máximos de 71,16 e 71,66%, aos 48,40 e 50,28 dias. Dados sumarizados por MUCK e JUNG JR. (1997), envolvendo estudos de silagens tratadas com inoculantes microbianos, indicaram que a inoculação melhorou a digestibilidade da matéria seca das silagens em aproximadamente 30%, em um total de 82 estudos avaliados. O porquê deste efeito não é completamente claro, devido às bactérias ácido láctico não degradarem componentes da parede celular, ou qualquer outro componente que limite a digestibilidade (MUCK, 1993). Ainda, segundo este autor, o menor pH de silagens inoculadas pode promover a hidrólise ácida da hemicelulose, resultando em ruptura das células da forragem, favorecendo um ataque mais extensivo pelos microrganismos ruminais; contudo, deve-se salientar que, no presente estudo, os inoculantes não influenciaram o pH das silagens. É oportuno destacar que os valores máximos de DIVMS da silagem



* e ** significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de t.

Figura 3 - Estimativa da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), em silagens de milho, em função do período de abertura dos silos (P), para os respectivos inoculantes.

de milho foram estimados próximos àqueles períodos de ensilagem que resultaram em mínimos teores de FDN (37,63 e 46,05 dias) dessas silagens, quando tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, respectivamente. Deve-se acrescentar, ainda, que o inoculante Maize-All apresenta em sua constituição uma enzima, que degrada a parede celular (celulase), cujo principal objetivo é reduzir o conteúdo de fibra (FDN ou FDA) na silagem, liberando assim açúcares adicionais que podem ser utilizados para fermentação pelas bactérias ácido láctica.

Já as DIVMS das silagens de sorgo não foram influenciadas pelos inoculantes microbianos, registrando-se valores médios de 59,7; 60,2 e 60,2%, respectivamente, para as silagens não tratadas e tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All.

Conclusões

Os inoculantes microbianos foram mais efetivos para a silagem de milho, pois promoveram reduções nos componentes fibrosos (FDN, FDA, celulose e hemicelulose) da silagem, resultando assim em maior digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca, e, portanto maior valor nutritivo potencial.

Referências bibliográficas

CHERNEY, J. H., MOORE, K. J., VOLENEC, J. J. et al. 1986. Rate and extent of digestion of cell wall components of brown-midrib sorghum species. Crop Sci., 26(5):1055-1059.

- FERLON, D. R., HENDERSON, A. R., ROOKE, J. A. 1995. The fermentative preservation of grasses and forage crops. J. Applied Bact. Symp. Suppl. 79(24):118S-131S.
- FERREIRA, J. J. 1991. Aspectos importantes para melhorar a qualidade da silagem de milho e maior eficiência na sua utilização. In: MILHO PARA SILAGEM: TECNOLOGIAS, SISTEMAS E CUSTO DE PRODUÇÃO. Sete Lagoas, CNPMS/EMBRAPA, Circ. Téc.,14:59-67.
- HENDERSON, N. 1993. Silage additives. Anim. Feed Sci. Technol. 45:35-56.
- KUNG JR, L. Silage fermentation and additives. In: SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 2001, Nottingham, Proceedings...., 17, Nottingham:Nottingham University Press, p.145-159, 2001.
- KUNG JR, L. RANJIT, N. K. 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. J. Dairy Sci., 84(5):1149-1155.
- McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. 1991. The biochemistry of silage. 2 ed., Marlow:Chalcombe Pub. 340p.
- MEESKE, R. Ensiling maize, tropical grass and big bale oat silage with inoculants in South Africa. In: SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 2001, Nottingham, Proceedings...., 17, Nottingham:Nottingham University Press, p.115-125, 2001.
- MOREIRA, A. L., PEREIRA, O. G., GARCIA, R. et al. 2001. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo rações contendo silagem de milho e feno de alfafa e de capim-Coastcross. Rev. Bras. Zootec., 30(3):1089-1105.
- MUCK, R. E. Inoculation of silage and its effects on silage quality. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES. Madison:USDFRC, p.43-51, 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., KUNG JUNIOR, L. Effects of silage additives on ensiling. In:SILAGE:FIELD TO FEEDBUNK. 1997. Pennsylvania. Proceedings..., New York:NRAES, n.99, p.187-199, 1997.

- NADEAU, E. M. G., BUXTON, D. R., RUSSELL, J. R. et al. 2000. Enzyme, bacterial inoculante, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfafa. J. Dairy Sci., 83(7):1487-1502.
- NANDRA, K. S., GUPTA, B. K., CHOPRA, A. K. 1983. The effect of stage of maturity on the digestion of hemicellulose of sorghum (*Sorghum bicolor*). J. Sci. Food Agric., 34:962-964.
- O'KIELY, P., FLYNN, V. Silage additives and preservatives. In: CATTLE PRODUCTION SEMINAR,. Part 3, Grange Res. Center, p.101-115, 1985.
- PETTIT, H. V. Forage quality and its limiting factors for meat production. In:SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, Maringá. Anais..., Maringá:UEM/SBZ, p.99-118, 1994.
- PHILLIP, L. E., FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high-moisture ear corn on its aerobic stability, digestion, and utilization for growth by beef steers. 1992. J. Anim. Sci. 70(10):3178-3187.
- PIMENTEL, J. J. O., SILVA, J. F. C., VALADARES FILHO, S. C. V. et al. 1998. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. Rev. Bras. Zootec., 27(5):1042-1049.
- RANJIT, N. K., KUNG JUNIOR, L. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. J. Dairy Sci., 83(3):526-535.
- ROTZ, C. A., MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In:NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison:University of Nebraska. Fahey Junior, G. C., Moser, L. E., MERTENS, D. R. et al., p.828-868, 1994.
- SILVA, D. J. 1998. Análise de alimentos:métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG:UFV. 165p.
- SILVA, J. M., FEIJÓ, G. L. D., THIAGO, L. R. L. S. et al. 1999. Desempenho animal e avaliação do potencial produtivo de forragens para ensilagem, por intermédio de diferentes fontes de suplementação nitrogenada. Rev. Bras. Zootec., 28(3):642-653.
- TILLEY, J. M. A., TERRY, R. A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18(1):104-111.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG. (Programa de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG, 1998. (Versão 8.0).

VAN SOEST, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p.

VAN SOEST, P. J., MERTENS, D. R., DEINUM, B. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci., 47(3):712-720.

WOOLFORD, M. K. 1984. The silage fermentation. New York: Marcel Dekker. 350p.

ZAGO, C. P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, Anais..., Piracicaba: FEALQ, p.169-217, 1991.

**Consumo e Digestibilidades Aparentes Total e Parcial de Nutrientes,
em Bovinos Recebendo Dietas Contendo Silagens de
Milho e Sorgo, Com e Sem Inoculante Microbiano**

RESUMO - Avaliaram-se o consumo, as digestibilidades aparentes total, ruminal e intestinal dos nutrientes, a taxa de passagem da digesta ruminal e a concentração de amônia e o pH ruminais de dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano. Utilizaram-se quatro animais Holandês x Zebu, fistulados no rúmen e abomaso, distribuídos em um esquema fatorial 2 x 2 (duas silagens x dois inoculantes), num quadrado latino 4 x 4. Adotou-se uma relação volumoso:concentrado de 63:37%, na matéria seca. O consumo e as digestibilidades aparentes total e ruminal dos nutrientes não foram influenciados pelas dietas experimentais. Para o consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT) registraram-se, respectivamente, valores médios de 6,61; 0,75 e 3,96 kg/dia. Para as digestibilidades aparentes total e ruminal da MS, PB e fibra em detergente neutro (FDN), observaram-se, respectivamente, valores médios de 61,17 e 61,91; 61,43 e 13,21 e 52,13 e 92,96%. Quanto à digestibilidade intestinal dos nutrientes, detectou-se efeito do tipo de silagem, apenas para FDN, observando-se maior valor na dieta à base de silagem de milho (9,08), em relação à de sorgo (4,77%). Não houve efeito de dietas, nem do tempo de coletas sobre os valores de pH ruminal, registrando-se valor médio de 5,58. Todavia, houve efeito do tempo de coleta, sobre a concentração de amônia ruminal, estimando-se valores máximos de 10,82; 9,04; 9,47 e 8,84 mg/100 mL, para dietas contendo silagem de milho não tratada e tratada com inoculante microbiano, e silagem de sorgo não tratada e tratada com inoculante microbiano, respectivamente. As taxas de passagem médias, estimadas para dietas contendo silagens de milho sem e com inoculante microbiano, e silagens de sorgo sem e com inoculante microbiano, foram de 5,05; 4,29; 5,12 e 4,44, respectivamente.

Palavras-chave: amônia ruminal, fibra em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais, pH, proteína bruta, taxa de passagem.

**Intake, total and partial aparent digestibilities of nutrients
in bovines fed diets based on corn and sorghum
silages with and without microbial inoculant**

ABSTRACT - It was estimated the intake and total, ruminal and intestinal apparent digestibilities of nutrients, the digesta passage rate, the ruminal ammonia concentration, and the ruminal pH in steers fed diets containing corn and sorghum silages without and with microbial inoculant. Four rumen and abomasum fistulated Holstein x Zebu steers were allotted in a 2 x 2 factorial arrangement of treatments (two silages x two inoculants) in a 4 x 4 latin square design. The diets contained 63:37 forage to concentrate ratio in dry matter basis. The intake, total and ruminal apparent digestibilities of nutrients were not influenced by the diets. Dry matter (DM), crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN) intakes were not different among diets showing medium values of 6.61, 0.75 and 3.96 kg/day, respectively. The observed total and ruminal apparent digestibilities of DM, CP and neutral detergent fiber (NDF) were of 61.17 and 61.91, 61.43 and 13.21 and 52.13 and 92.96%, respectively. Only the NDF intestinal digestibility was affected by silage and showed the highest value to diet based on corn silage (9.08%) than diet based on sorghum silage (4.77%). The ruminal pH was not affected by diets and time of collection, with mean value of 5.58. There was effect of the time of collection to ruminal ammonia concentration being registrated maximum values of 10.82, 9.04, 9.47 and 8.84 mg/100 mL for diets based on corn silage without and with microbial inoculant and sorghum silage without and with microbial inoculant, respectively. The medium value estimated to digesta passage rate obtained to diets based on corn silage without and with microbial inoculant and sorghum silage without and with microbial inoculant were of 5.05, 4.29, 5.12 and 4.44%/hour, respectively.

Key words: crude protein, neutral detergent fiber, passage rate, pH, ruminal ammonia, total digestible nutrients.

Introdução

O consumo voluntário dos alimentos pode ser compreendido, segundo ALLEN (1996), como sendo a quantidade de alimento ingerido (*ad libitum*) por um animal ou um grupo de animais durante um período de 24 h, sendo a sua determinação importante na avaliação da qualidade da forragem. Geralmente, aos nutrientes digestíveis são atribuídos mais de 50% da variação do consumo. É necessário um maior entendimento da natureza da ação dos aditivos comumente utilizados na nutrição de ruminantes, que visam aumentar o fluxo da digesta através do retículo-rúmen, e que atuam sobre a digestão e passagem do alimento através do trato digestivo, tal qual ocorre para o mecanismo de “feedback”. Nestes estudos, torna-se fundamental a determinação precisa do consumo voluntário, que é fundamental na avaliação da qualidade da forragem, bem como da mensuração do seu potencial sobre o desempenho de ruminantes.

Já a digestão pode ser definida em termos gerais como a soma dos processos pelos quais macromoléculas dos alimentos são degradadas até compostos menores, passíveis de serem absorvidos ao longo do trato gastrointestinal (MERCHEN, 1988).

Os ruminantes são caracterizados pela fermentação microbiana que ocorre no rúmen. Sabe-se que esta fermentação pré-gástrica permite ao animal extrair maior quantidade de energia de alimentos volumosos em relação àquela obtida por enzimas intestinais, através da produção de ácidos graxos voláteis e também pelo favorecimento da conversão do nitrogênio não protéico à proteína microbiana de alto valor biológico (ALLEN, 1996 e ØRSKOV, 1997). Por sua vez, o suprimento das exigências nutricionais dos microrganismos ruminais depende do fornecimento de carboidratos, amônia, peptídeos, aminoácidos, enxofre e ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada (SNIFFEN et al., 1993).

A complexidade da dinâmica do metabolismo dos compostos nitrogenados (N) na nutrição de ruminantes é apontada como maior limitação à medida da disponibilidade e utilização protéica. Analisar parâmetros como proteína bruta e proteína digestível favorecem o entendimento da utilização deste nutriente contido no alimento pelo animal. Porém, a avaliação do N dos alimentos é bastante complexa, sobretudo por encontrar-se relacionada com microrganismos presentes no rúmen (NOLLER e MOE, 1995). Também há o conhecimento relacionado à digestão pós-ruminal dos nutrientes dos alimentos, de que a mesma é tida como essencial para que o animal possa obter lipídeos, proteínas, vitaminas, vários minerais e alguns carboidratos não estruturais que escapam da fermentação ruminal (MERCHEN, 1988). Dadas às limitações existentes, VALADARES FILHO et al. (2001) citam que os requerimentos dietéticos dos nutrientes são hoje baseados nas correções dos requisitos líquidos, através da determinação de fatores de eficiência de utilização, o que representa uma enorme limitação à experimentação animal, principalmente no Brasil, pela falta de dados localmente produzidos.

Há uma importante variação na associação dos componentes químicos com o consumo e a digestibilidade. A lignina e a fibra em detergente ácido são mais intimamente associadas com a digestibilidade, enquanto a fibra em detergente neutro está mais relacionada com o consumo voluntário (VAN SOEST et al., 1978). Segundo HVELPLUND (1991) e RODRIGUES (1998), os carboidratos contribuem com cerca de 70 a 80% da matéria seca das rações enquanto proteína, gorduras e minerais respondem pelo restante. Por isto, MERTENS (1996) destaca os carboidratos como os principais fornecedores de energia para bovinos, mas por outro lado, também compreendem a fração que mais limita o consumo animal e a digestibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos volumosos.

Com o avanço da maturidade da planta, há redução da digestibilidade de alguns nutrientes, sobretudo daqueles relacionados à parede celular (MEESKE e BOLSEN, 1998). Estes autores demonstraram que silagens contendo alta proporção de grãos podem apresentar diluições dos efeitos dos

componentes da fibra, devido à formação do amido no grão, que ocorre com o avanço da idade da planta. O período de armazenamento também influencia a concentração de fibra e sua digestibilidade. SANDERSON (1993) observou aumento da concentração de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido com o avanço do tempo, quando comparou silagens de milho e sorgo, armazenadas por 30 e 160 dias. No entanto, observou aumento dos valores da digestibilidade daquelas silagens que permaneceram mais tempo ensiladas, o que mostra a existência de possíveis mecanismos químicos, físicos e biológicos, envolvidos nas mudanças da digestibilidade da fração fibrosa, que permanecem até hoje desconhecidos.

Pesquisas sobre o efeito da composição de alimentos concentrados sobre o consumo de silagens têm revelado que a maior rapidez da fermentação do amido em relação aos constituintes da parede celular é a principal causa da redução do pH ruminal, o que diminui a atividade celulolítica (HUHTANEN, 1993). Porém, este autor relatou que uma moderada participação de alimentos concentrados (abaixo de 50%), tem pequeno efeito sobre o pH do rúmen, e por conseqüência, apresenta pouco impacto sobre a taxa de degradação da matéria seca de silagens. Assim sendo, uma das maneiras de se conseguir máximo consumo de energia é a manipulação correta da relação volumoso:concentrado na ração, que segundo PEREIRA e RIBEIRO (2001), permite corrigir deficiências de nutrientes, seja devido à mais baixa qualidade da forragem ou à impossibilidade de atendimento dos requerimentos de categorias de animais com alto potencial de desempenho. Portanto, através do balanceamento de rações é possível maximizar os aspectos benéficos da fermentação no rúmen, minimizando as perdas decorrentes da fermentação (RUSSEL et al., 1992).

Dietas contendo silagens tratadas com inoculantes microbianos têm promovido pequenos aumentos no consumo de matéria seca e na digestibilidade de nutrientes, resultando em melhor utilização da energia da dieta (KUNG JR., 1997), podendo inclusive melhorar o desempenho animal

(MUCK, 1993). No entanto, o porquê deste efeito não encontra-se devidamente elucidado (KUNG JR., 1996).

Vários relatos tentam elucidar como as silagens tratadas com inoculantes microbianos podem direta ou indiretamente resultar em maior palatabilidade, consumo e digestibilidade. Acredita-se que os resultados positivos decorram de efeitos probióticos contidos nestes produtos, ou de outros efeitos não mensuráveis (KUNG JR. e MUCK, 1997). Segundo WEINBERG e MUCK (1996), o efeito probiótico inibe microrganismos prejudiciais à fermentação dentro do silo, assim como promove benefícios à flora ruminal e intestinal de ruminantes, favorecendo o maior aproveitamento dos nutrientes da dieta. No entanto, DEWHURST et al. (2000) destacaram que não existe efeito consistente relacionando o uso de aditivos em silagens com vantagens adicionais à produção microbiana ruminal. No entanto, acredita-se que, em algumas situações específicas, possa ocorrer a quebra de açúcares residuais e de proteína como importante fonte de nutrientes para os microrganismos do rúmen.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo e as digestibilidades aparentes total e parciais de nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal e a taxa de passagem em bovinos fistulados no rúmen e abomaso, recebendo dietas contendo silagens de milho e de sorgo, com e sem inoculante microbiano.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na CEPET (Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro), localizada no município de Capinópolis-MG, no período de março a agosto de 2000. O milho (AG 1051) e o sorgo (AG 2002), foram cultivados em área destinada à produção de

silagem, para atendimento das necessidades da CEPET, respeitando-se as recomendações de plantio do fabricante de sementes. A colheita das respectivas forrageiras ocorreu aos 118 e 110 dias após o plantio, quando os grãos encontravam-se no estágio farináceo-duro, com auxílio de uma máquina colhedeira de forragem JF, modelo JF90. Foram confeccionados quatro silos de superfície, com aproximadamente 50 toneladas de capacidade, sendo dois deles para cada espécie forrageira. Aplicou-se o inoculante MAIZE-ALL (Alltech do Brasil), contendo *Enterococcus faecium*, 10 bilhões de ufc/g, *Lactobacillus plantarum*, 10 bilhões de ufc/g, *Pediococcus acidilactici*, 1 bilhão de ufc/g e enzimas amilolíticas, 1,5%, celulolíticas, 1,5% e proteolíticas, 2,0%, via pulverização sobre o material picado, usando-se um pulverizador costal (20 L), respeitando-se a recomendação do fabricante. Adicionou-se água pura à forragem não tratada, em quantidade equivalente àquela aplicada na forragem tratada.

Foram utilizados quatro novilhos Holandês x Zebu, castrados, fistulados no rúmen e abomaso com peso vivo médio inicial de 299 kg, distribuídos em um esquema fatorial 2 x 2 (duas silagens x dois inoculantes), num quadrado latino 4 x 4. Os animais foram mantidos em baias individuais parcialmente cobertas, de 8 m², com comedouros de madeira e bebedouros cilíndricos de alvenaria.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (1996), objetivando-se um ganho de peso de 1,2 kg/dia, com uma relação volumoso:concentrado de 63:37%, na matéria seca. Foram confeccionados dois concentrados, sendo o concentrado 1 (C1) para atender aos requerimentos dos animais que receberam dietas à base da silagem de sorgo e o concentrado 2 (C2) foi fornecido àqueles animais que receberam dietas à base de silagem de milho. A composição bromatológica das silagens e dos concentrados encontra-se na Tabela 1. Na Tabela 2, encontra-se a composição percentual dos concentrados utilizados nas quatro dietas, enquanto na Tabela 3 apresenta-se a composição bromatológica dos principais constituintes das dietas experimentais.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG), e valores de pH obtidos para silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, e dos respectivos concentrados (C)

Itens	Silagens				C1	C2
	Milho		Sorgo			
	Sem inoc.	Com inoc.	Sem inoc.	Com inoc.		
MS (%)	30,74	30,55	27,29	26,60	91,18	91,24
MO ¹	91,49	91,42	91,23	91,47	88,82	89,45
PB ¹	7,22	7,00	5,58	5,48	20,02	20,12
EE ¹	2,13	1,86	1,87	2,41	9,87	9,26
CHOT ¹	82,14	82,56	83,78	83,58	58,93	60,07
FDN ¹	50,59	53,06	62,38	59,79	23,35	19,89
CNF ¹	31,55	29,50	21,40	23,79	35,58	40,18
FDA ¹	26,32	27,55	35,65	35,09	4,82	4,27
HEM ¹	22,90	23,57	25,08	22,75	3,64	3,24
CEL ¹	22,17	23,10	28,77	27,75	16,92	14,31
LIG ¹	2,81	2,53	4,98	4,96	0,84	0,73
pH ²	3,69	3,87	3,77	3,81		

¹% da MS

²Determinado segundo Bolsen et al. (1992).

Tabela 2 - Composição percentual dos ingredientes nos concentrados 1 e 2, na base da matéria natural

Ingredientes	Concentrados	
	C1 ¹	C2 ²
Fubá de milho	61,33	65,72
Grão de soja integral	35,24	31,72
Uréia	1,17	0,98
Sulfato de amônia	0,13	0,11
Suplemento mineral	2,12	2,13

¹ Suplemento mineral (% de ingredientes): Calcário (21,5%), fosfato bicálcico (50,83%), cloreto de sódio (27,31%) e premix mineral.

² Suplemento mineral (% de ingredientes): Calcário (21,59%), fosfato bicálcico (51,06%), cloreto de sódio (26,99%) e premix mineral.

³ Premix mineral (0,36%), composição: sulfato de zinco (50%), sulfato de cobre (41,67%), sulfato de cobalto (2,78%), selenito de sódio (2,78%) e iodato de potássio (2,78%).

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), e de energia metabolizável (EM) das dietas, contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano

Itens	Silagens			
	Milho		Sorgo	
	Sem Inoc.	Com Inoc.	Sem Inoc.	Com Inoc.
MS (%)	53,13	53,00	51,30	50,10
MO ¹	90,73	90,69	90,33	90,47
PB ¹	10,92	10,92	11,01	11,04
EE ¹	4,77	4,60	4,88	5,23
CHOT ¹	80,52	80,51	80,37	80,61
FDN ¹	39,24	40,79	47,71	46,02
CNF ¹	35,80	34,38	26,73	28,18
NDT ³	65,74	61,48	62,09	62,80
EM ²	2,59	2,68	2,47	2,55

¹ % na MS

² Mcal/kg MS

³ Estimado segundo o NRC (2001), % na MS.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, às 7:15 h e às 13:15 h, excetuando-se o dia de coleta de amostras para determinação do pH e da concentração de amônia ruminal, quando se forneceu toda a dieta pela manhã. A quantidade de alimentos fornecidos diariamente foi calculada permitindo-se aproximadamente 10% de sobras.

Cada período experimental teve a duração de 18 dias, sendo nove dias para adaptação dos animais às dietas e nove dias para coletas, dos quais, seis dias para coletas de digesta de abomaso e fezes, para determinação das digestibilidades totais e parciais, um dia para determinação do pH e amônia ruminal e dois dias para coleta de digesta ruminal, para determinação da taxa de passagem (Kp).

As coletas de digesta do abomaso e de fezes foram realizadas diariamente, durante seis dias, a intervalos de 26 horas, iniciando-se às 7 horas do dia 1 e terminando às 17 horas do 6º dia, sendo armazenadas em freezer.

As coletas de fluido ruminal para mensuração do pH e determinações de amônia ruminal foram realizadas antes da alimentação e 2; 4; 6 e 8 h após a alimentação. Coletou-se, via fístula ruminal, aproximadamente 200 mL de líquido ruminal, medindo-se o pH, imediatamente após a coleta, em peagâmetro digital. Em seguida, adicionou-se 2 mL de H₂SO₄ 25% a cada amostra, que foi armazenada em freezer, para posteriores análises de N-NH₃.

Para estimativa das taxas de passagem, foram infundidos 20 g de óxido crômico, em dose única, via fístula ruminal, efetuando-se as coletas de conteúdo ruminal antes da infusão e 2; 4; 6; 9; 12; 24; 36; e 48 horas após a infusão do óxido crômico. As amostras foram imediatamente levadas para secagem a 60-65°C, por 72 horas, em estufa com ventilação forçada. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho tipo “Thomas-Willey”, usando-se peneira de 1 mm de porosidade, e armazenadas em vidros até que as análises de matéria seca definitiva e cromo fossem efetuadas. A taxa de passagem foi calculada utilizando-se o modelo $\hat{Y} = a.e^{-kt}$, proposto por CZERKAWSKI (1986), em que “Y” é a concentração do indicador no tempo “t”

e “a” a concentração do indicador. A taxa de passagem também foi estimada utilizando as equações propostas pelo NRC (2001): $Kp = 3,054 + 0,614X_1$ e $Kp = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$, para estimativa da taxa de passagem (kp) de forragens úmidas e alimentos concentrados, respectivamente, sendo X_1 equivalente ao consumo de matéria seca em relação ao peso vivo e X_2 equivalente à percentagem de concentrado na dieta.

Estimou-se, ainda, a produção de proteína microbiana (PM) segundo o NRC (2001), considerando-se que 130 g de proteína bruta microbiana são produzidas para cada kg de NDT consumido.

O consumo das dietas foi determinado por meio da pesagem do ofertado e das sobras, coletando-se amostras diárias dos alimentos ofertados e das sobras, para cada animal, em cada período de coletas. Para determinação da excreção de MS fecal, utilizou-se o óxido crômico, ministrado via fístula ruminal, numa dose diária de 20 g, às 11 h da manhã, durante os sete dias finais do período de adaptação e os seis dias do período de coletas.

Ao final de cada período experimental, efetuou-se o descongelamento das amostras de sobras, fezes, digesta de abomaso e alimentos fornecidos, efetuando-se em seguida a pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 60-65°C, por 72 horas. As amostras de digesta de abomaso foram pesadas, antes e após a retirada da estufa, para determinação da percentagem de amostra seca ao ar (ASA). Após a secagem, todas as amostras foram moídas, em moinho tipo “Thomas Willey”, utilizando-se peneira de 1 mm de malha. As amostras moídas foram acondicionadas em vidros, fechados com tampas plásticas e conduzidas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, para posteriores análises laboratoriais.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN), nas amostras de alimentos fornecidos, sobras, digestas de abomaso e fezes, além de cromo, nas duas últimas, foram determinados segundo metodologias descritas por SILVA (1998).

Os carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por meio da equação citada por SNIFFEN et al. (1992): $CHOT (\% MS) = 100 - (\% PB + \% EE + \% CINZAS)$. Para o cálculo do consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT_C), utilizou-se a equação citada por SNIFFEN et al. (1992): $NDT_C = (PB_c - PB_f) + 2,25 (EE_c - EE_f) + (CHOT_c - CHOT_f)$, em que representam-se os consumos e excreções fecais de proteína bruta (PB_c e PB_f), extrato etéreo (EE_c e EE_f) e carboidratos totais ($CHOT_c$ e $CHOT_f$), respectivamente. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula: $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% FDN + \% cinzas)$, conforme proposto pelo NRC (2001). A concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens e concentrados foi calculada pela equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = DVCNF + DVPB + (DVAG \times 2,25) + DVFDN$, em que: $DVCNF$ = digestibilidade verdadeira da proteína bruta; $DVAG$ = digestibilidade verdadeira dos ácidos graxos e $DVFDN$ = digestibilidade verdadeira da FDN. A concentração de energia metabolizável (EM), em Mcal/kg, foi obtida pela equação: $EM = \% NDT \times 4,409 \times 0,82$ (SNIFFEN et al., 1992).

Os dados de consumo e digestibilidades aparentes totais, ruminais e intestinais foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo Teste de Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG versão 8.0 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV, 2000).

Os dados obtidos para pH e concentração de amônia ruminal foram analisados num esquema de parcelas subdivididas, em que as dietas constituíram as parcelas e os tempos de amostragem as subparcelas. Efetuou-se a análise de variância e, mediante este resultado, procedeu-se à análise de regressão para a concentração de amônia ruminal. Os modelos foram selecionados utilizando-se como critério, a significância dos coeficientes de regressão pelo teste de "t", o coeficiente de determinação e o conhecimento do fenômeno estudado.

Resultados e Discussão

O consumo médio de nutrientes, de modo geral, não foi afetado pelos fatores estudados (silagem, inoculante ou a interação destes), sendo exceção o consumo de carboidratos não fibrosos (CNF), que mostrou-se superior ($P < 0,01$), quando a dieta contendo silagem de milho foi fornecida aos animais (1,97 kg/dia), em relação ao valor médio observado para a dieta contendo silagem de sorgo (1,44 kg/dia), (Tabela 4). Os valores médios e respectivos coeficientes de variação para os consumos dos demais nutrientes encontram-se também na Tabela 4. Os consumos de matéria seca, expressos em g/dia e %PV, revelaram valores médios de 6,61; e 2,03, respectivamente. LUTHER (1986), em ensaio com bovinos recebendo dietas contendo 90% de silagem de milho (na matéria seca), suplementados com 10% de ração concentrada, também não observou efeito de inoculante microbiano sobre o consumo de MS. Já CLEALE et al. (1990) observaram diferenças significativas para o consumo de matéria seca em kg/dia e em % do PV, registrando valores de 7,93 e 9,62 kg/dia, e 2,03 e 2,45 % do PV, respectivamente, para novilhos alimentados com silagens de milho sem e com inoculante microbiano. O consumo médio de matéria orgânica, no presente estudo, foi de 5,90 kg/dia.

Para os consumos de PB, EE, FDN, CHOT e NDT, registraram-se, respectivamente, valores médios de 0,75, 2,49, 4,97 e 3,96 kg/dia. O consumo de FDN, em % do PV, apresentou comportamento semelhante, registrando-se valor médio de 0,76. Este valor encontra-se próximo dos 0,86% do PV, registrado por CAVALCANTE (2002), em bovinos fistulados no rúmen, consumindo dieta contendo silagem de milho do mesmo híbrido usado neste trabalho.

Tabela 4 - Consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), de dietas contendo silagens de milho e de sorgo, com e sem inoculante microbiano e respectivos coeficientes de variação (CV)

Itens	Silagens				Média	CV (%)
	Milho		Sorgo			
	Sem Inoc.	Com Inoc.	Sem Inoc.	Com Inoc.		
Consumos (kg/dia)						
MS	6,63	6,63	6,53	6,63	6,61	9,11
MO	6,10	5,87	5,73	5,88	5,90	8,40
PB	0,80	0,77	0,72	0,71	0,75	8,10
EE	0,33	0,31	0,33	0,35	0,33	10,01
CHOT	5,15	5,03	4,89	4,80	4,97	8,63
FDN	2,46	2,40	2,60	2,48	2,49	9,69
CNF	2,05 A	1,88 A	1,47 B	1,41 B		14,44
NDT	4,23	4,00	3,78	3,81	3,96	11,76
Consumos (% PV)						
MS	1,98	2,04	1,99	2,10	2,03	10,17
FDN	0,73	0,73	0,79	0,78	0,76	10,36

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Não foram observados efeitos ($P > 0,05$) de silagem, inoculantes, nem da interação silagem x inoculante microbiano sobre os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, EE, CHOT, FDN e CNF, que apresentaram valores médios de 61,17; 66,58; 61,43; 87,25; 68,15%, 52,13% e 77,47 %, respectivamente (Tabela 5). Resultado semelhante foi observado por FROETSCHER et al. (1997), para a digestibilidade aparente da MS e FDN, quando da avaliação de dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano.

Tabela 5 - Digestibilidades aparentes total, ruminal e intestinal da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), de dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, e respectivos coeficientes de variação

Itens	Silagens				Média	CV (%)
	Milho		Sorgo			
	Sem inoc.	Com inoc.	Sem inoc.	Com inoc.		
Digestão total						
MS	63,67	59,83	60,10	61,07	61,17	8,49
MO	68,45	66,81	64,68	66,38	66,58	7,93
PB	65,33	60,01	60,21	60,17	61,43	14,52
EE	85,96	89,46	87,37	86,21	87,25	4,77
CHOT	69,95	68,48	65,94	68,21	68,15	6,99
FDN	56,92	48,85	50,43	52,30	52,13	19,44
CNF	75,54	74,87	81,59	77,88	77,47	8,28
Digestão ruminal						
MS	64,17	62,13	62,15	59,20	61,91	6,44
MO	65,12	64,97	62,48	63,11	63,92	9,67
PB	13,69	19,59	9,81	9,74	13,21	83,33
EE	-3,84	-2,24	-2,57	-2,57	-2,81	-524,27
CHOT	81,82	76,36	82,27	77,11	79,39	6,40
FDN	91,36	91,50	85,48	103,50	92,96	9,60
CNF	83,72	82,14	82,81	85,04	83,43	2,43
Digestão intestinal						
MS	35,83	36,80	37,85	40,80	37,82	8,51
MO	34,88	35,37	37,52	36,89	36,17	17,33
PB	48,02	50,66	55,64	56,33	52,66	19,80
EE	86,19	86,93	89,47	91,55	88,54	14,90
CHOT	18,18	21,53	17,73	22,89	20,08	19,68
FDN	8,64	9,52	14,52	-4,97	6,93	141,56
CNF	14,99	17,86	17,19	14,96	16,25	12,51

MUCK (1993), em sua revisão, observou melhoria na digestibilidade da MS e FDN, decorrentes do uso de inoculantes microbianos, em 55 e 30% dos estudos avaliados, respectivamente. O autor atribuiu essa resposta positiva para a FDN a uma hidrólise ácida da hemicelulose, haja vista que as bactérias ácido lácticas não degradam componentes da parede celular. O autor destacou ainda, que os benefícios sobre o desempenho animal foram estreitamente relacionados àqueles da digestibilidade, pois de 31 experimentos, em que se avaliaram ambas as variáveis, o desempenho animal foi melhorado em nove dos 16 experimentos em que os inoculantes microbianos melhoraram a digestibilidade da MS. Quando a digestibilidade não foi afetada pelos inoculantes, somente dois, de um total de 15 experimentos, tiveram resposta positiva sobre o desempenho animal. Segundo o autor, o aumento na digestibilidade pode ser a chave para a explicação da melhora no desempenho animal em dietas com silagens tratadas com inoculantes microbianos.

É importante relatar que o inoculante microbiano pode aumentar a digestibilidade de silagens sem afetar o consumo de matéria seca e energia digestível, conforme observado por KEADY et al. (1994).

A exemplo do observado para digestibilidade aparente total, não detectou-se efeito de silagem, inoculante ou sua interação para os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal da MS, MO, PB, EE, CHOT, FDN e CNF, que apresentaram valores médios de 61,91; 63,92; 13,21; -2,81; 79,39, 92,96 e 83,43%, respectivamente. O coeficiente de digestibilidade aparente ruminal negativo para extrato etéreo deve-se à síntese de lipídeos microbianos no rúmen, o que faz com que cheguem mais lipídios no abomaso que a quantidade ingerida, conforme observado por LADEIRA et al. (1999), DIAS et al. (2000) e RIBEIRO et al. (2001).

A alta digestibilidade ruminal da FDN (103,5%), quando do uso da dieta constituída de silagem de sorgo com inoculante microbiano, deve-se provavelmente a problemas metodológicos, pois, segundo MERTENS (1996), carboidratos fibrosos não são digeridos de forma completa.

Os coeficientes de digestibilidade ruminal da MS, MO e PB das silagens do presente estudo, foram semelhantes aos observados por CALDAS NETO et al. (1999), quando da avaliação da digestibilidade ruminal de silagem de milho e diferentes rações concentradas com relações volumoso:concentrado de 45:55% e 40:60%.

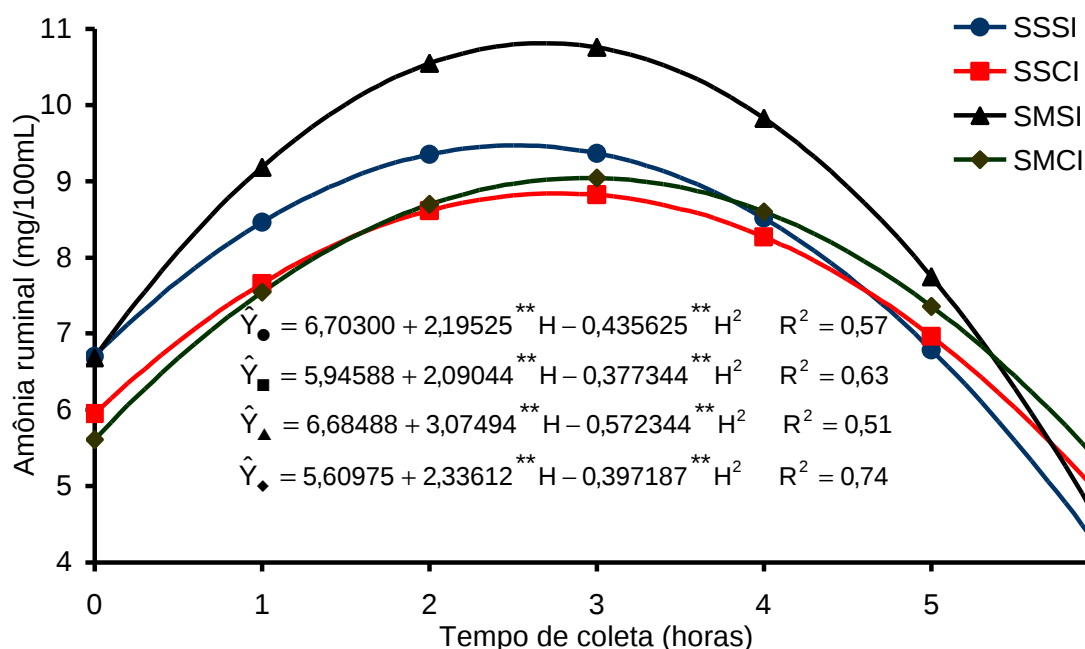
Também, na Tabela 5, encontram-se os coeficientes médios de digestibilidade intestinal aparente dos nutrientes. Detectou-se efeito de silagem para a digestibilidade da FDN, que foi maior para a dieta contendo silagem de milho (9,08%), em relação à dieta à base de silagem de sorgo (4,77%). Os coeficientes de digestibilidade intestinal da MS do presente estudo foram semelhantes aos observados por CALDAS NETO et al. (1999), enquanto que os coeficientes da MO e PB mostraram-se inferiores e superiores, respectivamente. Não detectou-se efeito de silagem, inoculante e da sua interação sobre o coeficiente de digestibilidade intestinal de CNF, que apresentou valor médio de 16,25%.

Não houve efeito de dietas, nem do tempo de coletas sobre os valores de pH ruminal, cujos valores médios variaram de 5,58 a 6,14, para dietas contendo, respectivamente, silagens de milho e sorgo sem inoculantes (Tabela 6). Esses valores encontram-se acima da faixa 5,0-5,5, abaixo da qual a digestão da fibra pode ser inibida (HOOVER, 1986).

Também não houve efeito das diferentes dietas, sobre as concentrações ruminais de $N-NH_3$; portanto, os dados foram submetidos à análise de regressão em função do tempo de coletas, cujas equações ajustadas encontram-se na Figura 1. Estimaram-se concentrações máximas de amônia de 9,47; 8,84; 10,82 e 9,04 mg/100 ml, respectivamente, às 2,52; 2,77; 2,69 e 2,94 h, após a alimentação, para dietas contendo silagens de sorgo sem e com inoculante, e, silagens de milho sem e com inoculante microbiano.

Tabela 6 - Valores de pH ruminal de bovinos recebendo dietas à base de silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, em função do tempo de coletas

Dietas		Tempo de coletas (horas)					Média
Silagem	Inoculante	0	2	4	6	8	
Sorgo	Sem	6,38	6,11	5,87	6,21	6,16	6,14
Sorgo	Com	6,26	6,04	5,89	6,15	6,16	6,10
Milho	Sem	6,13	5,49	5,10	5,53	5,63	5,58
Milho	Com	6,14	5,98	5,77	5,98	5,98	5,97
Média		6,23	5,90	5,65	5,97	5,98	



** Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste de t.

Figura 1 - Estimativa da concentração de amônia ruminal, em função do tempo de coletas (h), para as quatro dietas experimentais.

As concentrações de amônia ruminal observadas no presente estudo foram superiores aos 3 a 5 mg/100 mL, considerados por HARRISSON e McALLAN (1980), como limitante à ação de bactérias celulolíticas. Dada a relativa estabilidade do pH ruminal e aos valores de concentração de amônia ruminal, ao longo do tempo, pode-se inferir que os substratos presentes nas dietas e as condições ruminais favoreceram a fermentação ruminal.

As taxas de passagem médias, estimadas pelo modelo de CZERKAWSKI (1996), para animais consumindo dietas contendo silagens de sorgo sem e com inoculante microbiano e silagens de milho sem e com inoculante microbiano foram de 5,12; 4,44; 5,05 e 4,29%/h, respectivamente, as quais não diferiram, registrando-se valor médio de 4,72%/h. Estes valores encontram-se próximos daqueles obtidos por CONE et al. (1999), de 4,0 a 4,8%/h, para silagens de gramíneas e de 4,68%/h estimada por LONDOÑO et al. (1997), para animais recebendo silagens de milho como volumoso. Os valores de taxa de passagem estimados pela equação sugerida pelo NRC (2001), foram de 5,41; 5,37; 4,98; e 5,21%/h, para dietas contendo silagens de sorgo sem e com inoculante microbiano e de milho sem e com inoculante microbiano, respectivamente, com valor médio de 5,24%/h, o qual superou em apenas 11% aquele estimado pelo modelo de CZERKAWSKI (1986). Isto indica a possibilidade de estimativas desse componente, sem uso de óxido crômico, reduzindo-se os gastos com esse produto. Todavia, são necessários mais estudos, para que se possa fazer inferências mais seguras a este respeito.

As produções médias estimadas para proteína microbiana foram de 490,79; 495,88; 549,38; e 520,49 g/dia, para dietas contendo silagens de sorgo sem e com inoculante microbiano e silagens de milho sem e com inoculante microbiano, respectivamente, sendo o seu valor médio de 514,1 g/dia. Segundo o NRC (2001), a carência de dados que relacionam a produção microbiana estimada ao desempenho animal é o maior limitante para que a sua estimativa matemática seja validada.

Conclusões

O consumo e as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, bem como a taxa de passagem da digesta, não foram influenciados pelas dietas experimentais, indicando assim, que as dietas avaliadas equivaleram-se nutricionalmente.

Referências bibliográficas

- ALLEN, M. S. 1996. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* 74(12):3063-3075.
- ARCURI, P. B. Recentes avanços em microbiologia ruminal e intestinal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição. Lavras:UFLA-FAEPE, p.1-24, 2001.
- BAL, M. A., COORS, J. G., SHAVER, R. D. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *J. Dairy Sci.*, 80(9):2497-2503.
- CALDAS NETO, S. F., ZEOULA, L. M., BRANCO, A. F. et al. 1999. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA.36, Anais...Porto Alegre, Viçosa:SBZ. 4p.
- CAVALCANTE, A. C. R. Dietas contendo silagem de milho (*Zea Maiz*) e feno de Capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*), para bovinos. 2002, 38p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CLEALE, R. M., FIRKINS, J. L., VAN DER BEEK, F. et al. 1990. Effect of inoculation of whole plant corn forage with *Pediococcus acidilactici* and *Lactobacillus xylosus* on preservation of silage and heifer growth. *J. Dairy Sci.* 73(3):711-718.
- CONE, J. W., VAN GELDER, A. H., SOLIMAN, I. A. et al. 1999. Different techniques to study rumen fermentation characteristics of maturing grass and grass silage. *J. Dairy Sci.* 82(5):957-966.
- CZERLAWSKI, J. W. 1986. An introduction to rumen studies. Pergamon International Library. Oxford, New York, p.31-44.

- DEWHURST, R. J., DAVIES, D. R., MERRY, R. J. 2000. Microbial protein supply from the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85:1-21.
- DIAS, H. L. C., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F. et al. 2000. Consumo e digestões totais e parciais em novilhos F₁ Limousin x Nelore alimentados com dietas contendo cinco níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(2):545-554.
- FROETSCHER, M. A., NICHOLS, S. W., ELY, L. O. et al. Effect of silage inoculant on the fermentation and digestibility of tropical corn and sorghum silages. 1997. (<http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/d203froet.htm>)
- HARRISON, D. G., McALLAN, A. B. 1980 In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Westport, p.205-216.
- HUHTANEN, P. 1993. The effects of concentrate energy source and protein content on milk production in cows given grass silage *ad libitum*. *Grass Forage Sci.* 48:347-355.
- HVELPLUND, T. 1991. Volatile fatty acids and protein production in the rumen. In: JOUANY, J. P. (Ed.) *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. Paris:INRA. p. 165-178.
- KEADY, T. W. J., STEEN, R. W. J., KILPATRICK, D. J. et al. 1994. Effects of inoculant treatment on silage fermentation, digestibility and intake by growing cattle. *Grass Forage Sci.*, 49(2):284-294.
- KUNG JR., L. Silage fermentation and additives. In: SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 2001, Nottingham, Proceedings...., 17, Nottingham:Nottingham University Press, p.145-159, 2001.
- KUNG JR., L. Use of additives in silage fermentation. In:DIRECT-FED MICROBIAL, ENZYME & FORAGE ADDITIVE COMPENDIUM. p. 37-42, 1996.
- KUNG JR., L., MUCK, R. E. Animal response to silage additives. In:SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, 1997, Pennsylvania, Proceedings..., New York:NRAES, p. 200-210, 1997.
- LAVEZZO, O. E. N. M., LAVEZZO, W., SIQUEIRA, E. R. 1997. Estádio de desenvolvimento do milho.2.Efeito sobre o consumo e a digestibilidade da silagem em ovinos. *R. Bras. Zootec.*, 26(4):683-690.

- LADEIRA, M. M., VALADARES FILHO, S. C., COELHO DA SILVA, J. F. et al. 1999. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos Nelore. Rev. Bras. Zootec., 28(2):395-403.
- LONDOÑO, A. A. S., VALADARES FILHO, S. C., SILVA, J. F. C. et al. 1997. Somatotropina bovina para vacas em lactação. 2. consumo, digestibilidade aparente e concentrações ruminais de amônia, pH e taxa de passagem. R. Bras. Zootec., 26(6):1234-1242.
- LUTHER, R. M. 1986. Effect of microbial inoculation of whole plant corn-silage on chemical characteristics preservation and utilization by steers. J. Anim. Sci., 63(5):1329-1336.
- MEESKE, R. BASSON, H. M. 1998. The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize silage. Anim. Feed Sci. Technol. 70:239.
- MERCHEN, N. R. 1988. Digestion, absorcion y excrecion en los rumiantes. In: CHURCH, D. C. (Ed.) *El rumiante: Fisiologia digestiva y nutrición*. Zaragoza:Acríbia. p. 191-223.
- MERTENS, D. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES. 1996. Madison, Proceedings..., Wisconsin:USDFRC, p.81-92, 1996.
- MOORE, J. E., BRANT, M. H., KUNKLE, W. E. et al. 1988. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. J. Anim. Sci., 77(2):122-135.
- MUCK, R. E. The role of silage additives in making high quality silage. Proceedings..., 1993, New York:NRAES, n.67, p.106-116, 1993.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1996. Nutrients requirements of beef cattle. 7 ed. Washington, D. C., 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, D. C., 381p.
- NOLLER, C. H., MOE, P. W. Determination of NRC energy and protein requeriments for ruminants. In:SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. Viçosa, Proceedings... Viçosa:UFV. p.53-101, 1995.

- ØRSKOV, E. R. Protein and energy evaluation in ruminant with emphasis on total resource management. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. Lavras, Anais... Lavras:FAEPE. p.115-126, 1997.
- PEREIRA, O. G., RIBEIRO, K. G. Suplementação de bovinos com forragens conservadas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa, Anais... Viçosa:DZO. p.261-289, 2001.
- RIBEIRO, K. G., GARCIA, R., PEREIRA, O. G., et al. 2001. Consumo e digestibilidade aparentes total e parcial, de nutrientes, em bovinos recebendo rações contendo feno de Capim-Tifton 85, em diferentes idades de rebrota. Rev. Bras. Zootec., 30(2):573-580.
- RODRIGUES, M. T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. Anais... Viçosa:AMEZ, p.139-171, 1998.
- RUSSEL, J. B., O'CONNOR, J. D., FOX, D. G. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. J. Anim. Sci. 70(11):3551-3561.
- SANDERSON, M. A. 1993. Aerobic stability *in vitro* fiber digestibility of microbially inoculated corn and sorghum silages. J. Anim. Sci. 71(2):505-514, 1993.
- SILVA, D. J. 1998. Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). Viçosa:UFV, 165p.
- SNIFFEN, C. J., BEVERLY, R. W., MOONEY, C. S. et al. 1993. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. J. Dairy Sci. 76(10):3160-3178.
- SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci., 70(11):3562-3577.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. 2000. SAEG-Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).
- VALADARES FILHO, S. C., SILVA, F. F., ROCHA JUNIOR, V. R. et al. Tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa, Anais... Viçosa:DZO. p.291-358, 2001.

VAN SOEST, P. J., MERTENS, D. R., EDINUM, B. 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci., 47(3):712-720.

VAN SOEST, P. J. 1993. Cell wall matrix interactions and degradation-session synopsis. In: JUNG, H. G., BUXTON, D. R., HATFIELD, R. D. et al. *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison:USDA/USDFRC, p.377-395.

WEIBERG, Z. G., MUCK, R. E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microb. Rev., 19:53-68.

**Consumo, Digestibilidade e Desempenho de Novilhos
Holandês x Zebu Recebendo Dietas à Base de Silagens
de Milho e Sorgo Com e Sem Inoculante Microbiano**

RESUMO - Avaliaram-se o consumo e a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), a conversão alimentar (CA) e o rendimento de carcaça (RCAR) em bovinos recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, respeitando-se uma relação volumoso:concentrado de 67:33%, na base da matéria seca. Utilizaram-se 32 novilhos Holandês x Zebu, castrados, com peso vivo inicial médio de 385 kg, distribuídos num arranjo fatorial 2 x 2 (duas silagens x dois inoculantes), no delineamento em blocos casualizados, com oito repetições. O experimento teve a duração de 99 dias, sendo 15 dias de adaptação às dietas e três períodos de 28 dias para avaliação do desempenho. A estimativa da taxa de passagem das dietas foi efetuada, segundo as equações recomendadas pelo NRC (2001). Detectou-se efeito de silagem para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), registrando-se maiores consumos, para os animais que receberam dieta à base de silagem de milho, em comparação à de sorgo. O consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) mostrou-se influenciado pela interação silagem x inoculante, sendo maior para os animais que receberam dieta à base de silagem de milho não tratada com inoculante microbiano (3,76 kg/dia), em comparação à dieta contendo silagem de milho tratada (3,11kg/dia). Já os consumos de extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro (FDN), não foram influenciados pelas dietas, registrando-se, respectivamente, valores médios de 0,54 e 3,78 kg/dia. O GMDPV e o RCAR também não foram influenciados pelas dietas, registrando-se, respectivamente, valores de 1,1kg/dia e 49,81%. Por sua vez, a CA, foi influenciada pela silagem, registrando-se maior valor para a dieta contendo silagem de milho, em comparação à de sorgo. Para as digestibilidades aparentes da MS, MO e

CHOT, detectou-se efeito da interação silagem x inoculante. Por outro lado, as digestibilidades aparentes da PB e FDN não foram afetadas pelas dietas, apresentando valores médios de 70,0 e 49,1%, respectivamente. Para a taxa de passagem, estimou-se valor médio de 5,32%h.

Palavras-chave: conversão alimentar, fibra em detergente neutro, ganho de peso, matéria seca, proteína bruta, rendimento de carcaça.

**Intake digestibility and performance of Holstein x Zebu steers
fed diets based on corn and sorghum silages with
and without microbial inoculant**

ABSTRACT - It was estimated the nutrients intake (NI), total apparent digestibilities of nutrients (TAD), average daily gain (ADG), feed conversion (FC), and carcass yield (CY) by bovines fed diets based on corn and sorghum silages with or without microbial inoculant, containing 67% of forage and 33% of concentrate in the total matter. Thirty two Holstein x Zebu steers with initial live weight of 385 kg were allotted in a 2 x 2 factorial arrangement of treatments (2 silages x 2 inoculants) in a randomized blocks design with eight repetitions. The experiment lasted 99 days and included 15 days as adaptation to the diets and three periods of 28 days for evaluation of animals performance. The passage rate of diets was calculated using the NRC (2001) equations. It was observed silage effect in dry matter (DM), organic matter (MO), crude protein (CP), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN) intakes that presented upper intakes to animals fed diets containing corn silage than sorghum silage. The non fiber carbohydrate (NFC) intake was affected by silage x inoculant interaction being upper to animals fed with diets containing corn silage without microbial inoculant (3.76 kg/day) than corn silage with microbial inoculant (3.11 kg/day). The ethereal extract (EE) and neutral detergent fiber (NDF) intakes were not influenced by diets being quantified medium values of 0.54 and 3.78 kg/day, respectively. The ADG and CY were also not influenced by diets and presented values of 1.1 kg/day and 49.81%, respectively. The FC was influenced by silage showing upper value to diets using corn silages than sorghum silage. The DM, OM and TC apparent digestibilities were affected by silage x inoculant interaction. However, the CP and NDF apparent digestibilities were not affected by diets and presented medium values of 70.0 and 49.1%, respectively. The passage rate was estimated in 5.32 %hour.

Key words: average daily gain, carcass yield, crude protein, dry matter, feed conversion, neutral detergent fiber.

Introdução

O sistema de produção, para ser parte integrante de uma eficiente cadeia produtiva de carne, necessita de inserções diversas, especialmente, tecnológicas. Sem inserção de tecnologias, nenhum segmento será capaz de vencer os desafios colocados pela globalização. Dentre todos os atores dessa cadeia, talvez o sistema de produção seja aquele mais carente de utilização efetiva de tecnologias em larga escala. Estas tecnologias terão, em maior ou menor grau, a função de promover sua intensificação. Neste aspecto, poder-se-á usar conhecimentos e alternativas tecnológicas disponíveis em várias áreas do conhecimento que deverão, preferencialmente, ser utilizadas de forma integrada em um enfoque sistêmico e capazes de tornar esse setor competitivo (EUCLIDES, 2001).

A produção de silagens é um dos processos mais importantes na conservação de forrageiras. Quanto maior for a intensificação da produção de carne, maior é a dependência do sistema de produção por forragens conservadas, sobretudo nos períodos de inverno, quando a produtividade dos pastos é severamente reduzida. A suplementação com forragens conservadas dependerá dos requerimentos nutricionais da categoria de bovinos de corte e da composição de nutrientes da forragem. A suplementação objetiva o suprimento adicional de proteína, energia e minerais, basicamente (PEREIRA e RIBEIRO, 2001).

A qualidade da silagem será dependente da composição da forrageira ensilada, do tipo de fermentação, da velocidade de queda do pH, do teor de umidade da planta e da rapidez que se atinge a condição de anaerobiose (MEESKE, 2001). Diversas gramíneas e leguminosas podem ser utilizadas para a produção de silagem. Entretanto, o milho e o sorgo têm sido apresentados como as espécies mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos e especialmente pela qualidade da silagem produzida (ZAGO, 1992).

A forragem ensilada, de modo geral, apresenta potencial de ingestão de matéria seca inferior à forragem verde original. As maiores reduções no consumo de silagem estão associadas com aquelas forrageiras de alta umidade, ou colhidas diretamente, sem pré-secagem prévia. Estas silagens sofrem fermentação mais intensa, resultando em maiores perdas e aumentos na produção de ácidos acético e butírico. O consumo e o desempenho de bovinos alimentados com silagens dependerá da manutenção dos nutrientes digestíveis da colheita até o final do período de armazenamento (PEREIRA e RIBEIRO, 2001), aumentando com o incremento da digestibilidade (concentração de energia disponível) da ração (BOIN, 1992). Segundo este autor, isso ocorre até um valor energético de aproximadamente 2,5 Mcal de EM/Kg de matéria seca (aproximadamente 70% de NDT), decrescendo a seguir (teoria quimiostática).

Os inoculantes microbianos surgiram como produtos fáceis de serem manuseados e apresentam a vantagem de não serem corrosivos (KUNG JR. e MUCK, 1997). No entanto, a razão do seu emprego se dá pela possibilidade de melhorar a dinâmica da fermentação no interior do silo, promovendo rápida queda do pH, maior produção de ácido lático, redução da proteólise, e ainda por favorecer o aumento da estabilidade aeróbica da silagem, a digestibilidade e o consumo de nutrientes (MEESKE et al., 1999). Todavia, poucos estudos têm apresentado resultados positivos quanto ao aumento no ganho de peso de animais alimentados com silagens tratadas com inoculantes microbianos (MUCK e BOLSEN, 1991). Naqueles em que são observadas vantagens, têm sido feitos consideráveis esforços com objetivo de compreender como esses produtos afetam o desempenho animal. Não se trata apenas de uma curiosidade científica, mas sim da busca de justificativa(s) para que esta tecnologia seja aplicada adequadamente (WEINBERG e MUCK, 1996).

Cerca de um terço dos inoculantes microbianos produzidos industrialmente até meados da década de 80 continham basicamente *Lactobacillus plantarum* e, em menor proporção, outros grupos de bactérias.

Devido à baixa eficiência destes produtos, obtida nos Estados Unidos e no Reino Unido, passou-se a introduzir na confecção destes algumas enzimas com objetivo de promover a quebra dos constituintes da fração fibrosa da planta, como celulose e hemicelulose, a fim de aumentar a disponibilidade de açúcares simples, capazes de serem utilizados pelas bactérias lácticas, com o propósito de garantir a melhor condição possível de fermentação, reduzindo-se as perdas ao longo do armazenamento (RAYMOND et al., 1986). Além disto, HENDERSON (1993) destaca que a adição das enzimas torna-se importante, principalmente, no início do processo de fermentação, quando o pH do material ensilado situa-se entre 4-5, e elas atingem sua máxima efetividade, disponibilizando suficiente quantidade de açúcares que serão bastante úteis aos processos fermentativos benéficos (fermentação láctica), que ocorrem mais tardiamente. KUNG JR. e MUCK (1997) relatam que experimentos realizados entre os anos de 1990 a 1995 apresentaram resultados animadores, promovendo melhoras no desempenho animal em 9 dos 16 trabalhos em que os inoculantes microbianos melhoraram a digestibilidade da matéria seca.

No Brasil, estudos avaliando a eficiência de dietas contendo silagens tratadas com inoculantes microbianos sobre o desempenho animal são escassos. MORAIS (1995) avaliou o consumo e desempenho de bovinos recebendo silagens de milho com e sem inoculante microbiano, contendo *Lactobacillus plantarum* e *Enterococcus faecium* como componente volumoso da dieta e não observou vantagens em relação ao material não tratado. GUIM et al. (1995), em ensaio com carneiros recebendo dietas à base de silagem de milho com 25% e 37% de matéria seca tratadas com inoculante microbiano, observaram consumos semelhantes entre as dietas. Todavia, o inoculante microbiano favoreceu a digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, extrativos não nitrogenados, energia bruta e o valor de NDT da dieta contendo silagem de milho, com 37% de matéria seca. Já BERTO e MUHLBACH (1995) observaram que o uso de inoculante microbiano foi essencial para garantir a qualidade do processo fermentativo da silagem de aveia.

MUCK (1993) relatou a importância da especificidade da cepa de bactérias, para o sucesso do inoculante microbiano. Inoculantes microbianos elaborados com três cepas de *Lactobacillus plantarum* isoladas de milho, alfafa e sorgo apresentaram melhor resposta nas silagens das respectivas espécies.

A evolução dos inoculantes microbianos é realidade, sendo que estes produtos vêm sendo desenvolvidos, seguindo-se importantes princípios, tais quais: 1) usando-se bactérias lácticas isoladas da espécie para qual o produto será aplicado; 2) incluindo-se bactérias heterofermentativas para produção de ácidos graxos voláteis capazes de inibir mofo e leveduras quando da exposição da silagem ao meio ambiente; 3) incluindo-se microrganismos capazes de inibir aqueles sabidamente prejudiciais; 4) selecionando-se cepas de bactérias ou utilizando-se a engenharia genética na produção de cepas de bactérias lácticas capazes de inibir microrganismos específicos; 5) utilizando-se a clonagem e expressão gênica de cepas das bactérias lácticas capazes de utilizarem polissacarídeos de forrageiras que possuem baixos teores de carboidratos (WEINBERG e MUCK, 1996).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo e as digestibilidades aparentes dos nutrientes, o ganho de peso, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar de novilhos Holandês x Zebu, castrados, alimentados com dietas à base de silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na CEPET (Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro), localizada no município de Capinópolis-MG, no período de abril a setembro de 2000. Utilizaram-se as mesmas dietas descritas no trabalho anterior, onde encontram-se também as informações sobre o cultivo do milho e do sorgo, e do preparo das silagens.

Foram utilizados trinta e dois novilhos Holandês x Zebu, castrados, com peso vivo médio de 385 kg, distribuídos segundo um arranjo fatorial 2 x 2 (duas silagens x dois inoculantes), no delineamento em blocos casualizados com oito repetições, usando-se o peso dos animais como critério para distribuição dos mesmos nos blocos. Os animais foram pesados, vermifugados e distribuídos em baias individuais de 10 m², com comedouros individuais e bebedouros que serviram a duas baias, simultaneamente. Pesagens foram efetuadas no início e no final do experimento, com jejum prévio de 15 h, procedendo-se pesagens intermediárias a cada 28 dias, num total de 84 dias experimentais, após 15 dias de adaptação às dietas.

A relação volumoso:concentrado foi de 67:33% na base da matéria seca (MS). A alimentação foi fornecida diariamente às 7 e 15 h, permitindo-se sobras em torno de 10%. Durante o experimento coletaram-se amostras dos alimentos fornecidos e das sobras, diariamente, confeccionando-se uma amostra composta por semana, que resultaram em quatro amostras compostas a cada período de 28 dias. As quais foram identificadas e acondicionadas em freezer para posteriores análises laboratoriais.

Entre o 42^o e 49^o dias experimentais, foram coletadas amostras de fezes, diretamente do piso, antes da primeira alimentação dos animais, para a estimativa da produção fecal, utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDA-I) como indicador interno. Nesse período, também foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras, que foram congeladas até o final do período experimental. As amostras de fezes, alimentos e sobras, referentes à estimativa da digestibilidade foram incubadas *in situ*, em um novilho fistulado no rúmen, recebendo dieta à base de silagem de milho e concentrado, usando-se sacos de náilon, em duplicata, por um período de 144 h.

Após a incubação, os sacos foram retirados e lavados com água de torneira até que a água ficasse límpida, e daí foram levados à estufa ventilada, entre 60-65°C, por 72 horas. Os resíduos foram submetidos à digestão com detergente ácido para estimativa da FDA-I.

Todas as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa ventilada e, em seguida, moídas em moinho tipo “Thomas Willey”, com peneira de 30 mesh. Posteriormente, foram acondicionadas em frascos identificados, para determinações de MS, MO, PB, EE e FDN, segundo SILVA (1998). Os carboidratos totais (CHOT) dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes e o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados, segundo SNIFFEN et al. (1992), em que $CHOT (\% \text{ da MS}) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e $NDT (kg) = (PB_{ing.} - PB_{fecal}) + 2,25(EE_{ing.} - EE_{fecal}) + (CHOT_{ing.} - CHOT_{fecal})$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela fórmula: $CNF = 100 - (\% PB + \% EE + \% FDN + \% Cinzas)$, conforme proposto pelo NRC (2001).

Para estimativa da taxa de passagem (K_p), utilizaram-se as equações recomendadas pelo NRC (2001): $K_p = 3,054 + 0,614X_1$ e $K_p = 2,904 + 1,375X_1 - 0,020X_2$; indicadas para determinação da taxa de passagem de forragens úmidas e de alimentos concentrados, respectivamente, sendo X_1 equivalente ao consumo de matéria seca em relação ao peso vivo e X_2 equivalente à percentagem de concentrado na dieta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, fazendo-se a comparação das médias, pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG, versão 8.0 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 2000).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentados os consumos médios dos nutrientes, o ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), a conversão alimentar e o rendimento de carcaça (RCAR). Detectou-se efeito ($P < 0,05$) de silagem para os consumos de MS, MO, PB, CHOT e NDT, registrando-se maiores consumos

destes nutrientes, para aqueles animais que receberam dieta à base de silagem de milho, em relação à de sorgo. Os consumos médios de 8,96 e 9,82 kg de MS/dia, observados para animais consumindo dietas contendo, respectivamente, silagem de sorgo e milho, assemelham-se aos observados por SILVA et al. (1999), em bovinos recebendo dietas formuladas à base de silagens de milho e sorgo como volumoso, com relação volumoso:concentrado de 72:28%.

Tabela 1 - Consumos médios diários de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), rendimento de carcaça (RCAR) e conversão alimentar (CA) de bovinos recebendo dietas à base de silagens de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, e seus respectivos coeficientes de variação (CV)

Itens	Silagem				CV (%)
	Milho		Sorgo		
	Sem inoc.	Com inoc.	Sem inoc.	Com inoc.	
Consumos (kg/dia)					
MS	9,68	9,96	9,25	8,67	11,53
MO	8,83	9,04	8,33	7,79	11,53
PB	1,23	1,25	1,13	1,06	11,24
EE	0,55	0,56	0,52	0,51	10,66
CHOT	7,50	7,73	5,07	6,70	11,57
FDN	3,77	3,78	3,90	3,66	12,24
NDT	8,18	8,13	7,47	7,09	10,74
Consumos (% PV)					
MS	2,24	2,31	2,12	2,01	9,06
FDN	0,87	0,88	0,90	0,85	8,62
Desempenho					
GMDPV (kg/dia)	1,13	1,10	1,13	1,05	15,95
RCAR (%)	50,34	49,56	49,35	49,97	2,86
CA	8,65	9,49	8,34	7,65	10,34

Por sua vez, os consumos de extrato etéreo, em kg/dia, e de fibra em detergente neutro, em kg/dia e % do PV, não foram influenciados por nenhum dos fatores (silagem, inoculante e a interação destes), observando-se, respectivamente, valores médios de 0,54; 3,78 e 0,88.

Já o consumo de CNF mostrou-se influenciado pela interação silagem x inoculante, conforme demonstrado na Tabela 2. Analisando-se o efeito de silagem, dentro de inoculante, constata-se que a dieta à base de silagem de milho não tratada com inoculante apresentou menor ($P < 0,05$) consumo de CNF. Por sua vez, analisando-se o efeito de inoculante, dentro de silagem, constatou-se maior consumo de CNF para dietas contendo silagem de milho em relação à de sorgo, na ausência de inoculantes.

Tabela 2 - Consumo médio diário de carboidratos não fibrosos (CNF) de bovinos recebendo dietas à base de silagem de milho e sorgo, com e sem inoculante microbiano, e seu respectivo coeficiente de variação (CV)

Inoculante	Silagens	
	Milho	Sorgo
Sem	3,76 Aa	2,72 Ab
Com	3,11 Ba	3,08 Aa
CV (%)	14,06	

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

O GMDPV e o RCAR também não foram influenciados por nenhum dos fatores, registrando-se valores médios de 1,10 kg/dia e 49,81%, respectivamente. Porém, observou-se efeito ($P < 0,01$) de silagens para CA,

registrando-se menor valor para aqueles animais que receberam dieta contendo silagem de sorgo em relação à de milho (7,95 x 9,07). Dados sumarizados por KUNG JR. e MUCK (1997) sobre a resposta animal a inoculantes microbianos, envolvendo 15 estudos, mostraram respostas positivas dos inoculantes sobre o ganho de peso, em 53% dos trabalhos avaliados, e 28% dos estudos, de um total de 67, para o consumo. Para estes autores, a interpretação de resultados obtidos com inoculante microbiano deve ser vista com cautela, já que as condições experimentais são variáveis (por exemplo, a taxa de aplicação, a viabilidade do inoculante, as espécies de bactérias, as forrageiras utilizadas e seus teores de umidade). Os valores observados para o GMDPV de bovinos recebendo silagens de sorgo no presente estudo foram superiores aos observados por SILVA et al. (1999), que avaliaram o desempenho de bovinos Nelore.

Os consumos de NDT e PB estimados pelo NRC (1996), para bovinos castrados com peso vivo inicial de 385 kg e ganho de peso vivo diário de 1,2 kg, foram 6,01 e 0,98 kg/dia, respectivamente. Os valores observados, que variaram de 7,08 a 8,18 kg/dia para NDT, e de 1,06 a 1,25 kg/dia para PB, evidenciaram o suprimento das quantidades necessárias ao atendimento dos requerimentos destes nutrientes.

Na Tabela 3, são apresentados os coeficientes médios de digestibilidade aparente dos nutrientes. Detectou-se efeito da interação silagem x inoculante, para as digestibilidades aparentes da MS, MO, CHOT e CNF. A digestibilidade dos demais nutrientes (Tabela 3), não foi influenciada por nenhum dos fatores (silagem, inoculante, ou a interação destes). Analisando-se o efeito de silagem, dentro de inoculante, constata-se que a dieta à base de silagem de milho com inoculante microbiano apresentou menores digestibilidades aparentes da MS, MO, CHOT e CNF (Tabela 3). Por sua vez, as digestibilidades destes nutrientes, não diferiram entre as dietas contendo silagem de milho e sorgo tratadas com inoculante microbiano. Já nas dietas contendo silagens não tratadas, encontraram-se maiores digestibilidades, naquelas à base de silagem de milho.

Tabela 3 - Coeficientes médios de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHOT) e carboidratos não fibrosos (CNF), de dietas contendo silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculante microbiano, e seus respectivos coeficientes de variação

Inoculante	Silagem		CV (%)
	Milho	Sorgo	
DMS			
Sem	66,88 Aa	61,15 Ab	3,70
Com	63,57 Ba	61,72 Aa	
DMO			
Sem	67,33 Aa	62,49 Ab	4,93
Com	64,25 Ba	62,21 Aa	
DCHOT			
Sem	69,09 Aa	63,02 Ab	3,35
Com	66,13 Ba	64,50 Aa	
DCNF			
Sem	84,36 Aa	80,62 Ab	1,53
Com	81,22 Ba	81,71 Aa	

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada variável, não diferem ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de SNK.

Segundo MUCK (1993), o aumento na digestibilidade da dieta em decorrência do uso de inoculantes microbianos, pode ser a chave para a explicação da melhora no desempenho de animais recebendo silagens tratadas com estes inoculantes. De um total de 31 experimentos, em que se analisaram o desempenho animal e a digestibilidade, o desempenho foi melhorado em nove dos 16 experimentos, em que os inoculantes microbianos melhoraram a digestibilidade da MS.

Para a digestibilidade aparente do EE, observou-se maior valor para dieta à base de silagem de sorgo, em relação à de milho (77,5 versus 74,6%).

Para as digestibilidades aparentes da PB e FDN (Tabela 4), registraram-se valores médios de 70,0 e 49,1%, respectivamente. Também GUIM et al. (1995) e MORAIS (1995), não observaram efeito de inoculantes microbianos sobre as digestibilidades da PB e da FDN de dietas contendo silagens de milho.

Tabela 4 - Médias e respectivos coeficientes de variação (CV), para os coeficientes médios de digestibilidade da proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), de dietas contendo silagens de milho e sorgo com ou sem inoculante microbiano

Itens	Silagem				Média geral	CV (%)
	Milho		Sorgo			
	Sem inoc.	Com inoc.	Sem inoc.	Com inoc.		
PB	60,56	60,59	62,67	64,17	70,00	7,12
FDN	49,17	50,47	48,07	48,81	49,13	9,05

As taxas de passagem médias, estimadas segundo as equações sugeridas pelo NRC (2001), foram de 5,15; 5,20; 5,18 e 5,74%h, para dietas contendo silagens de sorgo sem e com inoculante microbiano e silagem de milho, sem e com inoculante microbiano, respectivamente, com valor médio de 5,32%h.

Conclusões

Animais recebendo dieta à base de silagem de milho apresentaram maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais..

O emprego do inoculante microbiano na confecção de silagens de milho e sorgo que compuseram as dietas não influenciou de forma positiva o desempenho dos animais (ganho médio diário de peso vivo, conversão alimentar e rendimento de carcaça), assim como a digestibilidade dos nutrientes e a taxa de passagem da digesta.

A dieta contendo silagem de sorgo, apresentou melhor conversão alimentar.

Referências bibliográficas

BERTO, J. L., MUHLBACH, P. R. F. 1995. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo submetida a ação de inoculantes microbianos e ao efeito do emurhecimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995. Brasília, DF, Anais... Brasília:SBZ, p.338-339.

BOIN, C. Manejo da alimentação, aditivos e anabolizantes para o acabamento de bovinos de corte em confinamento. 1993. In: BOVINOCULTURA DE CORTE: Fundamentos da exploração racional. 2.ed., Piracicaba:FEALQ, p.329-345.

BOIN, C. Nutrição e manejo da alimentação de bovinos de corte em confinamento. 1992. In: SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 3, Anais..., Campinas,, 1992, p.27-61.

EUCLIDES, V. P. B. 2001. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In:SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001. Viçosa, MG, Anais... Viçosa:UFV, p.55-82.

GUIM, A., ANDRADE, P., MALHEIROS, E. B. 1995. Efeito de inoculante microbiano sobre o consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente de silagens de milho (*Zea mays* L.)¹. R. Soc. Bras. Zootec. 24(6):1045-1053.

HENDERSON, N. 1993. Silage additives. Anim. Feed Sci. Technol. 45:35-56.

KUNG JUNIOR, L., MUCK, R. E. Animal response to silage additives. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, 1997, Pennsylvania, Proceedings..., New York: NRAES, p. 200-210, 1997.

MEESKE, R. Ensiling maize, tropical grass and big bale oat silage with inoculants in South África. In: SCIENCE AND TECHNOLOGY IN THE FEED INDUSTRY, 2001, Nottingham, Proceedings...17, Nottingham: Nottingham University Press, p.115-125, 2001.

MEESKE, R. BASSON, H. M. 1998. The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize silage. Anim. Feed Sci. Technol. 70:239.

MEESKE, R. , BASSON, H. M., CRUYWAGEN, C. W. 1999. The effect of a lactic acid bacterial inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of *Digitaria eriantha* silage. Anim. Feed Sci. Technol., 81(2):237-248.

MORAIS, J. P. G. Avaliação do efeito de inoculante bacteriano sobre a qualidade de silagem e desempenho animal. Piracicaba, SP:ESALQ, 1995. 77 p. (Dissertação) Mestrado em Agronomia-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 1995.

MORAIS, J. P. G. 1999. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS. 7, 1999, Piracicaba, SP, Anais...Piracicaba:FEALQ, p.89-95.

MUCK, R. E. The role of silage additives in making high quality silage. Proceedings..., 1993, New York: NRAES, n.67, p.106-116, 1993.

MUCK, R. E., BOLSEN, K. K. Silage preservation and silage additive products. In: FIELD GUIDE FOR HAY AND SILAGE MANAGEMENT IN NORTH AMERICA. NFIA, p.105-126, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D. C., 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. Nutrients requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, D. C., 381p.

- PEREIRA, O. G., RIBEIRO, K. G. Suplementação de bovinos com forragens conservadas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa, Anais... Viçosa:DZO. p.261-289, 2001.
- RAYMOND, F., REDMAN, P. WALTHAM, R. Forage conservation and feeding. 4 ed., Suffolk:Farming Press, 1986, 188p.
- SILVA, D. J. 1998. Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos). Viçosa:UFV, 165p.
- SILVA, J. M., FEIJÓ, G. L. D., THIAGO, L. R. L. S. et al. 1999. Desempenho animal e avaliação do potencial produtivo de forragens para ensilagem, por intermédio de diferentes fontes de suplementação nitrogenada. Rev. Bras. Zootec. 28(3):642-653.
- SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J. et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets.II.Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci., 70(11):3562-3577.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-UFV. 2000. SAEG-Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário).
- WEIBERG, Z. G., MUCK, R. E. 1996. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. FEMS Microb. Rev., 19:53-68.
- ZAGO, C. P. 1992. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. Sete Lagoas, MG, Embrapa-CNPMS, Circ. Téc., 17:9-26.

2. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos três experimentos, objetivando-se caracterizar as principais populações microbianas em plantas de milho e sorgo, antes e após a ensilagem; a composição bromatológica e os produtos da fermentação de suas silagens, tratadas com inoculantes microbianos; o consumo, a digestibilidade e o desempenho de bovinos alimentados com dietas contendo silagens, de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculante microbiano.

No primeiro experimento, realizado nos Departamentos de Zootecnia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, avaliaram-se as populações microbianas, a perda de matéria seca, o pH, os teores de nitrogênio amoniacal/Ntotal, os teores de ácidos orgânicos e a composição bromatológica e a digestibilidade “in vitro” da matéria seca em silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculantes microbianos (Silobac e Maize-All), em diferentes períodos de armazenamento (1, 3, 7, 14, 28 e 56 dias após a ensilagem), utilizando-se silos laboratoriais de 40 x 10 cm. Utilizou-se um arranjo fatorial 6 x 2 x 3 (seis períodos x duas silagens e três inoculantes), no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. A quantificação das populações de enterobactérias, bactérias ácido lácticas, mofo e leveduras e bactérias do gênero *Bacillus*, foi efetuada apenas nas silagens não tratadas, usando-se meios de culturas específicos.

No segundo experimento, conduzido na CEPET (Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro), avaliaram-se o consumo e as digestibilidades aparente total e parcial dos nutrientes, a taxa de passagem, a concentração de amônia e o pH ruminais em bovinos Holandês x Zebu, recebendo dietas contendo silagens de milho e sorgo, tratadas ou não com inoculante microbiano Maize-all, respeitando-se a relação volumoso:concentrado de 63:37%, na matéria seca. Utilizaram-se quatro animais Holandês x Zebu, fistulados no rúmen e abomaso, com peso vivo inicial de 299 kg, distribuídos num esquema fatorial 2 x 2 (duas silagens x dois inoculantes), disposto em um quadrado latino 4 x 4. Cada período experimental teve a duração de 18 dias, sendo nove para adaptação dos animais às dietas experimentais e nove para coletas, dos quais seis para coletas de digesta de abomaso e fezes, para determinação das digestibilidades totais e parciais, um dia para determinação do pH e amônia ruminal e dois dias para coleta de digesta ruminal para determinação da taxa de passagem. As concentrações de amônia e o pH foram mensurados em amostras de fluido ruminal coletadas antes e 2, 4, 6 e 8 horas após o fornecimento da alimentação. A taxa de passagem foi determinada pelo modelo unicompartimental, utilizando-se o óxido crômico como indicador, ministrado em dose única de 20 g, e coletando-se amostras de digesta ruminal, antes do fornecimento do indicador e 3; 6; 9; 12; 24; 36 e 48 h após a incubação, e, pelo modelo recomendado pelo NRC (2001).

No terceiro experimento, avaliou-se o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes, o ganho de peso vivo, a conversão alimentar e o rendimento de carcaça de bovinos Holandês x Zebu, usando-se as mesmas dietas do experimento 2. Utilizaram-se 32 animais, castrados, com peso vivo inicial médio de 385 kg, num esquema fatorial 2 x 2 (duas silagens x dois inoculantes), distribuídos num delineamento em blocos casualizados, com oito repetições. O ensaio teve a duração de 99 dias, sendo 15 dias de adaptação e 84 dias de avaliação. A fibra em detergente ácido indigestível foi

utilizada com o indicador interno para a estimativa da produção fecal. A taxa de passagem foi estimada segundo o NRC (2001).

Foram obtidos os seguintes resultados:

a. Experimento 1:

O uso de inoculantes microbianos não favoreceu a queda do pH das silagens de milho e sorgo. Todavia, os mesmos mantiveram-se abaixo de 3,8, indicando uma fermentação adequada.

Estimou-se máximo valor de nitrogênio amoniacal/N_{total}, de 7,05% aos 41,48 dias após a abertura dos silos, para silagem de milho.

A partir da utilização de um modelo conjunto, estimou-se valor máximo de ácido láctico, de 8,49%, aos 37,25 dias, após a abertura dos silos.

As silagens de milho tratadas com os inoculantes microbianos Silobac e Maize-All, apresentaram maiores teores de ácido láctico.

Somente a silagem de sorgo tratada com o inoculante Maize-All apresentou relação ácido láctico:demaís ácidos orgânicos acima de 70%.

Os teores de ácido acético para silagens de milho e sorgo, após 56 dias de ensilagem, foram de 3,23 e 2,86; 3,38 e 2,21; e 3,40 e 2,27%, respectivamente, para silagens não tratadas e tratadas com Silobac e Maize-All, observando-se efeito de inoculante, apenas para a silagem de sorgo.

Os teores de ácido butírico não foram influenciados pelos inoculantes microbianos, contudo, registrou-se maiores valores para a silagem de sorgo, em relação à de milho, independente do inoculante.

A população máxima de enterobactérias foi de 10^5 ufc/g de silagem fresca, após o terceiro dia de ensilagem, para ambas as silagens.

As populações iniciais de bactérias ácido lácticas nas forragens de milho e sorgo foram superiores a 10^6 ufc/g de forragem fresca.

A população de mofos e leveduras foi de 10^7 ufc/g de forragem fresca, para plantas de milho e sorgo, antes da ensilagem, e de 10^4 e 10^5 ufc/g para silagens de milho e sorgo, respectivamente, após 56 dias de armazenamento.

A população final de bactérias pertencentes ao gênero *Bacillus* foi de 10^4 ufc/g de silagem fresca, para silagens de milho e sorgo, após 56 dias de ensilagem.

Os teores de PB das silagens de milho foram superiores aos observados para silagens de sorgo, observando-se aos 56 dias de ensilagem teores de 7,97 e 6,30% na MS para silagem de milho e sorgo, respectivamente.

Silagens de milho tratadas com inoculantes microbianos, apresentaram menores teores de FDN, por ocasião do último período de abertura dos silos, observando-se o inverso, para as silagens de sorgo.

Os teores de FDA foram semelhantes entre as silagens de milho e sorgo, independentemente do inoculante utilizado. Todavia, no último período de abertura dos silos, registraram-se menores valores para aquelas silagens tratadas com inoculantes microbianos.

Os teores de celulose das silagens de milho também foram menores naquelas tratadas com inoculantes microbianos.

A silagem de milho apresentou teor de hemicelulose superior à de sorgo (29,8 x 28,4%).

Os teores de lignina não variaram entre as silagens de milho e sorgo, em todos os períodos avaliados.

Estimaram-se valores máximos de DIVMS para silagem de milho, de 71,1 e 71,7%, aos 48,4 e 50,28 dias, para as silagens tratadas com os inoculantes Silobac e Maize-All, respectivamente.

b. Experimento 2:

Somente o consumo de CNF mostrou-se influenciado pelo tipo de silagem inclusa na dieta, sendo este superior para a dieta contendo silagem de

milho (1,97 kg/dia), em relação ao valor médio observado para a dieta contendo silagem de sorgo (1,44 kg/dia).

Para os consumos de MS, MO, PB, EE, FDN, CHOT e NDT, em kg/dia, registraram-se, respectivamente, valores médios de 6,61; 5,90; 0,75; 0,33; 0,76, 4,97 e 3,96.

As digestibilidades médias aparentes totais e ruminais dos nutrientes não foram influenciadas por nenhum dos fatores estudados (silagem, inoculante, ou a interação destes).

As digestibilidades aparentes totais da MS, MO, EE, CHOT, FDN e CNF, apresentaram valores médios finais de 61,17; 66,58; 87,25; 68,15; 52,13 e 77,47%, respectivamente.

Para as digestibilidades aparentes ruminais da MS, MO, PB, EE, CHOT, FDN e CNF, registraram-se valores médios de 61,91; 63,92; 13,21; - 2,81; 79,39; 92,96 e 83,43%, respectivamente.

Para as digestibilidades aparentes intestinais dos nutrientes, observou-se efeito de silagem, para FDN, que foi maior na dieta à base de silagem de milho (9,08%), em relação à de sorgo (4,77%).

Não foram observadas diferenças entre os valores de pH ruminal, ao longo dos períodos de coleta, entre as dietas experimentais, apresentando valor médio de 5,94.

Estimaram-se concentrações máximas de amônia ruminal de 9,47; 8,84; 10,82 e 9,04 mg/100 ml às 2,52; 2,77; 2,69 e 2,94 h, após a alimentação, para dietas à base de silagens de sorgo tratada e não tratada com inoculante e de milho tratada e não tratada com inoculante microbiano, respectivamente.

Os valores médios obtidos para taxa de passagem foram de 5,12; 4,44; 5,05 e 4,29%h, para dietas à base de silagens de sorgo sem e com inoculante microbiano e de milho sem e com inoculante microbiano, respectivamente, determinados, fazendo-se uso de óxido crômico, enquanto estes foram de 5,41; 5,37; 4,98 e 5,21%h, utilizando-se as equações recomendadas pelo NRC (2001).

As produções médias estimadas para proteína microbiana, foram de 490,79; 495,88; 549,38; e 520,49 g, para as respectivas dietas.

c. Experimento 3:

Os consumos de MS, MO, PB CHOT e NDT foram maiores nos animais que receberam dietas à base de silagem de milho. Todavia, os consumos de EE e FDN não foram influenciados pelas dietas, registrando-se valores médios de 0,54 e 3,78 kg/dia, respectivamente.

O GMDPV e o RCAR, os quais não foram influenciados pelas dietas, apresentaram, respectivamente, valores médios de 1,10 kg/dia e 49,81%.

Para a conversão alimentar, observou-se efeito de silagem, registrando-se menor valor para aqueles animais que receberam dietas à base de silagem de sorgo, em relação à de milho (7,95 x 9,07).

As digestibilidades da MS, MO, CHOT e CNF da dieta à base de silagem de milho não tratada mostraram-se superiores àquelas contendo silagem de milho tratada com inoculante microbiano.

As digestibilidades aparentes da PB e FDN, que apresentaram valores médios de 70 e 49,13%, respectivamente, não foram influenciadas pelas dietas.

A taxa de passagem média estimada pelo NRC (2001) foi de 5,32%h.

Concluiu-se que:

a. Experimento 1:

Todas as silagens podem ser classificadas como sendo de boa qualidade, considerando-se os baixos valores de pH, de nitrogênio amoniacal/Ntotal e de ácido butírico e os altos teores de ácido lático.

Os inoculantes microbianos não apresentaram resposta consistente para as variáveis analisadas, possivelmente em decorrência do suprimento adequado de carboidratos solúveis pelas plantas.

As populações bacterianas quantificadas nas silagens de milho e sorgo podem ser consideradas como adequadas, para manutenção de uma boa fermentação no silo.

Os inoculantes microbianos foram mais efetivos para a silagem de milho, pois promoveram reduções nos componentes fibrosos (FDN, FDA, celulose e hemicelulose) da silagem, resultando assim em maior digestibilidade “*in vitro*” da matéria seca, e, portanto maior valor nutritivo potencial.

b. Experimento 2:

O consumo e as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal, bem como a taxa de passagem da digesta, não foram influenciados pelas dietas experimentais, indicando assim, que as dietas avaliadas equivaleram-se nutricionalmente.

c. Experimento 3:

Animais recebendo dieta à base de silagem de milho apresentaram maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais.

O emprego do inoculante microbiano na confecção de silagens de milho e sorgo que compuseram as dietas não influenciou de forma positiva o desempenho dos animais (ganho médio diário de peso vivo, conversão alimentar e rendimento de carcaça), assim como a digestibilidade dos nutrientes e a taxa de passagem da digesta.

A dieta contendo silagem de sorgo apresentou melhor conversão alimentar.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Tabela 1A - Ingredientes utilizados na composição do Agar de malte modificado empregado

Ingredientes	Quantidade ¹ (g)
Extrato de Malte	6,0
Dextrose	12,0
Extrato de levedura	1,2
Bacto agar	15,0

¹ Quantidade empregada para 1 litro de água destilada.

A.1 - Solução de penicilina G:

- Diluir um frasco de penicilina G (5.000.000 UI), em um frasco contendo 500 mL de água destilada estéril;
- Adicionar 0,1 mL da solução anterior na solução total.

Segurança do trabalho:

É imprescindível o uso de luvas estéreis e do pipetador automático durante a produção desta solução.

A.2 - Preparo do meio de cultura:

- Diluir os ingredientes em 1 litro de água destilada, sob agitação e calor até a fervura;
- Distribuir em frasco de 100 mL;
- Autoclavar por 15 minutos à temperatura de 121°C;
- Resfriar a 48°C;
- Adicionar 1,1 mL de ácido láctico (8,5%), em cada frasco de 110 mL;
- Adicionar 0,1 mL da solução de penicilina G.

APÊNDICE B

Tabela 1B - Resumo da análise de variância de carboidratos solúveis (CS), pH, nitrogênio amoniacal no nitrogênio total (NA/NT) e perdas de matéria seca (PMS)

FV	GL	Quadrado médio			
		CS	pH	NA/NT	PMS
Silagem	1	25,33044	1,003408	10,77233	5,976729
Inoculante	2	0,501190	0,013873	0,139667	0,242323
Período	5	246,5239	1,968174	16,10354	2,356049
Inoc*Sil	2	0,536932	0,040758**	2,471445**	0,169328**
Per*Sil	5	3,214441**	0,757164**	3,990180**	0,210485**
Per*Inoc	10	0,732147	0,009894	0,342221	0,024949
Per*Inoc*Sil	10	0,361032	0,009484	0,633277	0,014563
Resíduo	72	0,510669	0,005387	0,340950	0,018906
Total	107				

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2B - Resumo da análise de variância de ácido láctico, ácido acético e ácido butírico

FV	GL	Quadrado médio		
		Ácido láctico	Ácido acético	Ácido butírico
Silagem	1	0,006383	12,93358	0,05320604
Inoculante	2	2,029001	0,075544	0,0004203
Período	5	58,06332	15,78073	0,0114638
Inoc*Sil	2	1,730077**	0,1323132	0,0002124*
Per*Sil	5	7,088772**	1,938880	0,0065162**
Per*Inoc	10	0,3011801*	0,2898911	0,0000906
Per*Inoc*Sil	10	0,2231495	0,2771958**	0,0000475
Resíduo	72	0,1309842	0,053314	0,0000562
Total	107			

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

APÊNDICE C

Tabela 1C - Resumo da análise de variância da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

FV	GL	Quadrado médio			
		MS	PB	FDN	FDA
Silagem	1	641,9542	62,23117	196,2424	372,6564
Inoculante	2	2,213187	0,2874240	85,88339	12,73683
Período	5	2,053600	0,3410633	70,63649	10,53244
Inoc*Sil	2	8,556212	0,0813253	46,98517	57,28047
Per*Sil	5	1,799442	0,0778001	28,81302	25,12992
Per*Inoc	10	0,9200816	0,1284137**	16,74060	4,370607
Per*Inoc*Sil	10	1,334577**	0,0232217	15,65474**	13,58664**
Resíduo*	72	0,2029526	0,0378693	2,509627	2,861183
Total	107				

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2C - Resumo da análise de variância da celulose (CEL), hemicelulose (HEM), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

FV	GL	Quadrado médio			
		CEL	HEM	LIG	DIVMS
Silagem	1	183,2769	33,35867**	0,9357806	1.380,403
Inoculante	2	5,564122	30,40262**	0,7708344	12,84892
Período	5	3,861544	23,04519**	1,248053	25,55140
Inoc*Sil	2	51,21941**	1,815284	0,8915953	4,551760
Per*Sil	5	3,662718	11,40254	4,161149*	3,504414
Per*Inoc	10	7,724150	9,175038	3,641865**	0,8196214
Per*Inoc*Sil	10	3,344719	5,848420	1,022832	1,999927*
Resíduo	72	3,813258	4,285658	0,9988050	0,7878398
Total	107				

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

APÊNDICE D

Tabela 1D - Resumo da análise de variância do consumo em kg/dia de matéria seca (CMS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos totais (CCHOT) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em kg/dia

FV	GL	Quadrado médio							
		CMS	CMO	CPB	CEE	CCHOT	CFDN	CCNF	CNDT
Animal	3	3,575570	3,087531	0,061946	0,012481	2,929474	0,965213	0,430142	2,209105
Período	3	0,286432	0,218285	0,003439	0,000977	0,319854	0,110920	0,064075	0,589241
Silagem	1	0,011194	0,129168	0,020100	0,001382	0,242901	0,046969	1,1025**	0,409632
Inoculante	1	0,010611	0,006456	0,000934	0,000018	0,041984	0,031091	0,057600	0,033516
Sil*Inoc	1	0,009118	0,147264	0,000167	0,001291	0,001005	0,003332	0,011025	0,068291
Resíduo	6	0,361998	0,249941	0,003690	0,001083	0,184056	0,057911	0,060367	0,216445
CV (%)				9,11	8,48	8,10	10,01	14,44	9,69

Tabela 2D - Resumo da análise de variância do consumo de MS, MO e FDN expressos em %PV

FV	GL	Quadrado médio		
		CMS	CMO	CFDN
Animal	3	0,263606	0,372513	0,078037
Período	3	0,022473	0,018148	0,001333
Silagem	1	0,039063	0,011723	0,011104
Inoculante	1	0,026406	0,000975	0,000008
Sil*Inoc	1	0,002256	0,011486	0,000119
Resíduo	6	0,042615	0,032522	0,006215
CV (%)		10,17	9,46	10,36

Tabela 3D - Resumo da análise de variância do consumo de MS, expresso em g/kg^{0,75}

FV	GL	Quadrado Médio
		CMS
Animal	3	511,7029
Período	3	30,88174
Silagem	1	2,941225
Inoculante	1	29,75702
Sil*Inoc	1	2,805625
Resíduo	6	69,84464
Coeficiente de variação (%)		9,70

Tabela 4D - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos totais (DCHOT)

FV	GL	Quadrado médio						
		DMS	DMO	DPB	DEE	DCHOT	DFDN	DCNF
Total								
Animal	3	12,82868	6,40553	16,28837	7,764946	5,525968	28,18329	5,550748
Período	3	33,36500	32,01148	34,77642	7,340220	32,64764	42,74457	134,7823
Silagem	1	5,459232	17,69317	24,64080	3,398216	18,32439	18,38287	82,08658
Inoculante	1	8,266775	0,003055	28,65407	5,435776	0,648186	0,001864	19,22055
Sil*Inoc	1	23,10004	11,12706	27,82035	21,69207	13,98311	13,55289	9,180138
Resíduo	6	26,97871	27,84787	79,54735	17,31678	22,67694	70,99588	41,18166
CV (%)		8,49	7,93	14,52	4,77	6,99	16,07	8,28
Ruminal								
Animal	3	29,90497	44,01521	30,63383	806,0113	142,6179	51,30331	0,5726543
Período	3	9,020256	11,63160	38,62879	102,2881	22,46852	44,41027	4,678740
Silagem	1	24,55333	20,32271	16,73989	0,095757	1,451106	50,94700	0,4963433
Inoculante	1	24,84052	0,230756	2,142273	0,115326	112,8639	24,09705	0,4006801
Sil*Inoc	1	0,818224	0,600103	1,770646	0,121873	0,088875	0,392447	25,99135
Resíduo	6	15,88231	38,20858	30,01798	121,7012	25,8448	60,28642	4,132899
CV (%)		6,44	9,67	50,41	-442,52	6,40	8,76	2,43
Intestinal								
Animal	3	29,88097	46,33037	122,6594	1.594,371	116,1312	32,79352	0,5726543
Período	3	13,74367	9,903160	23,10567	430,0442	37,71602	1,654884	4,678740
Silagem	1	36,25804	17,36678	176,8893	62,38489	0,819989	44,82864**	0,4963433
Inoculante	1	15,34832	0,019502	11,05687	7,937005	72,48127	2,867088	0,4006801
Sil*Inoc	1	3,884410	1,244090	3,788182	1,831511	3,283461	1,026638	25,99135
Resíduo	6	10,36669	39,26115	108,6959	173,9509	15,61886	2,210198	4,132899
CV (%)		8,51	17,33	19,80	14,90	19,68	17,44	12,512

Tabela 5D - Resumo da análise de variância de pH ruminal

FV	GL	Quadrado médio
Período	3	0,199278
Animal	3	0,492198
Tratamento	3	1,328931
Erro A	6	0,744080
Tempo	4	0,662225**
Tempo*Tratamento	12	0,058621
Resíduo	48	0,058629
Total	79	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6D - Resumo da análise de variância de amônia ruminal

FV	GL	Quadrado médio
Período	3	0,904760
Animal	3	0,189072
Tratamento	3	2,971585
Erro A	6	1,301323
Tempo	4	126,3571**
Tempo*Tratamento	12	3,50759
Resíduo	36	1,95229
Total	63	

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

APÊNDICE E

Tabela 1E - Resumo da análise de variância do consumo em kg/dia de matéria seca (CMS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), fibra em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), expressos em kg/dia

FV	GL	Quadrado médio							
		CMS	CMO	CPB	CEE	CCHOT	CFDN	CCNF	CNDT
Bloco	7	1,615141	1,348107	0,022702	0,005909	1,045590	0,289910	0,1277056	1,035854
Silagem	1	5,854123*	5,844873*	0,177570**	0,933493	3,446442*	0,000027	2,306146	7,116093**
Inoculante	1	0,170860	0,162028	0,004844	0,000436	0,038707	0,106405	0,1795665	0,648160
Sil*Inoc	1	1,460622	1,007708	0,022324	0,000303	0,728014	0,129657	2,046386**	0,431521
Resíduo	21	0,911516	0,741809	0,135064	0,002413	0,539395	0,167051	0,1984484	0,571140
CV (%)		10,16	10,12	9,97	9,17	10,08	10,83	14,06	9,84

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2E - Resumo da análise de variância do consumo de matéria seca, expresso em %PV (CMSPV), e em $\text{g/kg}^{0,75}$ (CPM), e de fibra em detergente neutro (CFDNPV), expresso em %PV

FV	GL	Quadrado médio		
		CMSPV	CPM	CFDNPV
Bloco	7	0,076694	194,7051	0,004925
Silagem	1	0,560266**	773,5328*	0,000020
Inoculante	1	0,032569	24,23931	0,003680
Sil*Inoc	1	0,115476	186,6416	0,004730
Resíduo	21	0,066257	112,3992	0,005675
CV (%)		10,47	10,23	8,62

* e ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3E - Resumo da análise de variância do coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCHOT) e carboidratos não fibrosos (DCNF)

FV	GL	Quadrado médio						
		DMS	DMO	DPB	DEE	DCHOT	DFDN	DCNF
Bloco	7	1,401775	1,864527	17,05806	8,313580	2,767548	15,54610	0,5783834
Silagem	1	15,09403	94,88708	4,255310	40,12221*	118,5832	0,628896	21,17009
Inoculante	1	114,7065	15,56873	64,72957	69,76615	4,373777	15,30826	8,288739
Sil*Inoc	1	30,19361*	22,56010*	4,648938	1,287472	39,48963	8,296427	35,74112
Resíduo	21	5,475963	4,491812	19,47035	14,06798	4,853590	19,76310	1,563130
CV (%)		3,70	3,31	7,12	4,93	3,35	9,05	1,53

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4E - Resumo da análise de variância do ganho médio diário de peso vivo (GMDPV), rendimento de carcaça (RCAR) e conversão alimentar (CA)

FV	GL	Quadrado médio		
		GMDPV	RCAR	CA
Bloco	7	0,016900	7,026889	0,9298735
Silagem	1	0,006261	1,018878	9,175722**
Inoculante	1	0,018712	0,178503	0,045924
Sil*Inoc	1	0,007300	3,244878	4,649016
Resíduo	21	0,027904	2,020458	0,784283
CV (%)		15,15	2,86	10,38

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.