

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO (CONVENCIONAL
E DOCE), COM E SEM INOCULANTES NA ALIMENTAÇÃO
DE LEITÕES (6 A 15 kg)

Acadêmica: Camilla Mendonça Silva

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO (CONVENCIONAL
E DOCE), COM E SEM INOCULANTES NA ALIMENTAÇÃO
DE LEITÕES (6 A 15 kg)

Acadêmica: Camilla Mendonça Silva
Orientador: Prof. Dr. Diovani Paiano
Coorientador: Prof. Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia”.

Aquidauana – MS
2014

S579s Silva, Camilla Mendonça

Silagem de grãos úmidos de milho (convencional e doce),
com e sem inoculantes na alimentação de leitões (6 a 15 kg) /

Camilla Mendonça Silva. Aquidauana, MS: UEMS, 2014.

66p. ; 30cm

Dissertação (Mestrado) – Zootecnia – Universidade
Estadual do Mato Grosso do Sul, 2014.

Orientador: Prof. Dr. Diovani Paiano.

Co-orientador: Prof. Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral

1. Alimento alternativo 2. Conservação de alimentos 3.

Valor nutricional I. Título



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
PRODUÇÃO ANIMAL NO CERRADO-PANTANAL

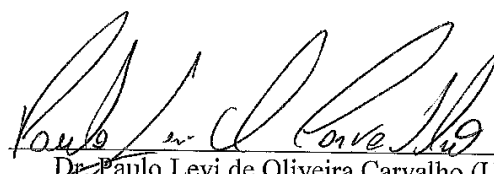


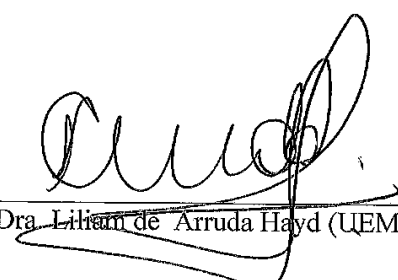
CAMILLA MENDONÇA SILVA

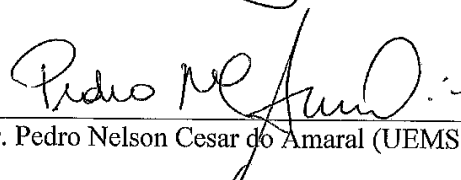
Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 06/02/2014.


Dr. Diovani Paiano (UDESC),
Orientador


Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho (UNIOESTE)


Dra. Lillian de Arruda Hayd (UEMS)


Dr. Pedro Nelson Cesar do Amaral (UEMS)

Os que lutam...

“Há aqueles que lutam um dia e são bons;

Há outros que lutam um ano e são melhores;

Há aqueles que lutam muitos anos; e são muito bons;

Porém há aqueles que lutam toda a vida, esses são imprescindíveis.”

Bertold Brecht

Ao esposo André Antunes Nogueira pela importância em minha vida, por toda compreensão, estímulo, apoio constante e amor.

A minha mãe, Adélia Mendonça, pela importância em minha vida, amor e força com que me criou e educou.

A meus irmãos Leandro Mendonça, Valquíria Mendonça pela paciência, auxílio e compreensão.

Ao meu Padrasto Vergilino R. Correa, por toda ajuda necessária, pelo carinho e amizade dignos de um pai.

Ao meu pai Ramão Leão Sanches Silva, pela inspiração a profissão de Zootecnista e criação.

A família que conquistei em Aquidauana, Leonir, Leiziane e Valdir, pela amizade, por toda ajuda necessária, e por tudo que vocês me proporcionaram, jamais me esquecerei.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus,

Ao Prof. Diovani Paiano pela orientação, competência, por toda ajuda necessária e pela paciência em transmitir seus conhecimentos.

A Prof^ª. Elis Regina de Moraes Garcia e Prof. Pedro Nelson Cesar do Amaral pela orientação, pela confiança, conselhos, sugestões valiosas na pesquisa, pela paciência em transmitir seus conhecimentos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UEMS.

Aos Colegas de mestrado Clariana Leon Nantes, Gustavo Krah, Fabiane Ortiz, Robson Andrade, pelo companheirismo e auxílio.

A todos os alunos do grupo de pesquisa do LANA-UDESC, Jiovani Tubin, Renato Conte, João Carlos Dal Pivo, Júlia Spaniol, Luana Caroline Souza Rosa, Mariângela Zanella, Caroline Nienow, Rafael Baggio, por todo empenho e disposição dedicados ao meu experimento, e amizade.

A Universidade do Estado de Santa Catarina - Unidade de Chapecó e Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul pela oportunidade de realização do curso.

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia pela concessão da Bolsa.

A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul pela formação necessária.

A todos que de alguma forma fizeram parte deste momento tão importante em minha vida.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	2
1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivos Gerais.....	3
2.2 Objetivos Específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Produção e características do milho comum e do milho doce.....	4
3.2. Conservação de grãos úmidos de milho na forma de silagem e aplicação de inoculantes.....	6
3.3. Utilização de silagens na alimentação de leitões.....	9
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	11
CAPÍTULO II.....	17
ENSILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO COM E SEM INOCULAÇÃO MICROBIANA NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES: PADRÃO DE FERMENTAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E DIGESTIBILIDADE.....	17
RESUMO.....	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAS E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
CONCLUSÕES.....	25
REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

CAPÍTULO III.....	37
SILAGEM DE GRÃOS UMIDOS DE MILHO E MILHO REIDRATADO SUBMETIDAS A CRESCENTES TEMPOS DE EXPOSIÇÃO AO AR APÓS A DESENSILAGEM...	37
RESUMO.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
MATERIAS E MÉTODOS.....	39
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41
CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
CAPÍTULO N- CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56

RESUMO

A presente dissertação foi elaborada com base em dois experimentos. No primeiro trabalho, objetivou-se avaliar a composição química, os padrões de fermentação e a estabilidade aeróbica das silagens de grãos úmidos de milho da variedade SCS 154 Fortuna Epagri[®], do híbrido de milho doce Tropical Syngenta[®] e de silagens de milho reidratado. Foi utilizado um delineamento inteiramente ao caso, com três repetições para as silagens de grãos úmidos e cinco repetições para as silagens reidratadas, perfazendo um esquema fatorial 3x3x2, três tipos de milho (Fortuna; milho doce; milho reidratado); três inoculações (sem inoculante; com inoculante bacteriano; com inoculante bacteriano + carboidratoses); em dois tempos de abertura (15 e 45 dias). Foram utilizados, como silos experimentais para as silagens de grãos úmidos, baldes plásticos com capacidade para 20 l, e para as silagens de grãos reidratados foram utilizados, como silos experimentais, sacos de polietileno com capacidade para 2 l fechados à vácuo. Foram vedados e armazenados até os respectivos tempos de abertura. Foi avaliado a composição química, densidade de compactação, acidez titulável, perdas de matéria seca, os valores de pH às 0 ;24; 48; 72; 96; 168; 192; 216; 240; 296 horas de exposição aeróbica e a estabilidade aeróbica das silagens. Os diferentes tipos de milho utilizados resultaram em silagens com composição química final diferente, e por consequência diferença na estabilidade aeróbica das silagens. O segundo experimento foi realizado para determinar os coeficientes de digestibilidade das silagens do milho SCS 154 Fortuna Epagri[®], do híbrido de milho doce Tropical Syngenta[®]. Foram utilizados 20 leitões machos castrados híbridos comerciais de alto desempenho, com o peso inicial de $10,9 \pm 1,1$ Kg, o delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro repetições por tratamento, adotou-se um esquema fatorial 2x2, com dois tipos de milho (Fortuna Epagri e milho doce) e dois tipos de inoculações (sem inoculante e com inoculante bacteriano). Os tratamentos consistiram em: Ração Referência - RR; e quatro dietas testes, as quais foram adicionadas silagens de milho Fortuna Epagri[®] sem inoculação (EPSE); milho Fortuna Epagri[®] com inoculação bacteriana (EPCO); silagem de milho doce Tropical Syngenta[®] sem inoculação (DOSE); silagem de milho doce Tropical Syngenta[®] com inoculação

bacteriana (DOCO); A relação matéria seca da ração referência: matéria seca do alimento teste foi de 64,4:35,6. Foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta, proteína bruta e os coeficientes de metabolização da energia bruta e proteína bruta, e determinado à energia digestível das silagens. Houve efeito do tipo de milho sobre o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e sobre o coeficiente de metabolização da energia bruta, as silagens de milho Fortuna apresentaram os coeficientes mais elevados. Os inoculantes não tiveram efeitos sobre os coeficientes de digestibilidade avaliados.

Palavras-chave: alimento alternativo, conservação de alimentos, valor nutricional, perdas na ensilagem.

Abstract

This thesis was elaborated based on two experiments. In the first work, the objective was to evaluate the chemical composition, fermentation patterns and aerobic stability of silages made from high moisture corn of SCS corn variety 154 Fortuna Epagri®, of the hybrid of sweet corn Tropical Syngenta®, and of rehydrated corn. In a completely randomized design, with three replications for high moisture corn silages and five for the rehydrated silages, comprising a 3x2x2 factorial scheme, three types of corn (Fortuna; sweet corn; rehydrated corn); three inoculations (no inoculant; with bacterial inoculant; with bacterial inoculant + carbohydratases); in two opening times (15 and 45 days). Experimental silos were used for high moisture corn silage, plastic buckets with capacity for 20 L, whereas for rehydrated corn silages, as experimental silos, vacuum sealed polyethylene bags with 2L capacity were used. Every single one of them were sealed and stored until their respective opening times. Chemical composition, compression density, titratable acidity, dry matter loss, pH values at 0 ;24; 48; 72; 96; 168; 192; 216; 240; 296 hours of aerobic exposure, and aerobic stability of silages. Different types of corn used resulted in silage with different end chemistry, and accordingly the difference in the aerobic stability of silage. The objective of the second experiment to determine the digestibility coefficients of silages from high moisture corn of SCS corn variety 154 Fortuna Epagri®, of the hybrid of sweet corn Tropical Syngenta®, and of rehydrated corn. Twenty high performance hybrid commercial male castrated piglets were used, with initial weight of 10.9 ± 1.1 Kg, in a completely randomized experimental design, with four replications per treatment and a 2x2 factorial scheme, with two types of corn (Fortuna Epagri and sweet corn) and two types of inoculation (no inoculant and bacterial inoculants). The treatments consisted of: Ration Reference - RR; and four test diets, which corn silage Fortuna Epagri® without inoculation (EPSE) were added; Corn Fortuna Epagri® with bacterial inoculation (EPCO); sweet corn silage Tropical Syngenta® without inoculation (DOSE); sweet corn silage Tropical Syngenta® with bacterial inoculation (DOCO); The dry matter weight of basal diet: dry matter of the feed test was 64.4: 35.6. Apparent digestibility coefficients of dry matter, organic matter, crude energy, crude protein and metabolization coefficients of crude

energy and crude protein, and the digestible energy of the silages was determined. There was an effect of corn type on apparent digestibility coefficient of dry matter, organic matter, crude energy and on metabolization coefficient of crude energy, the Fortuna corn silages showed the greatest coefficients. The inoculants did not show any effect on the digestibility coefficients assessed.

Key words: alternative food, food preservation, nutritional value, silage loss

CAPITULO I - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A carne suína é um alimento com grande aceitação e versatilidade, e apresenta custos de produção variáveis, porém suficientes para se tornar uma atividade atrativa tanto para grandes como para pequenos produtores (FNP CONSULTORIA, 2012).

A nutrição de não ruminantes no Brasil tem como base dietas compostas de milho e farelo de soja, que tendem a aumentar os custos de produção, portanto a alimentação exige dos produtores e técnicos atenção especial (CARVALHO *et al.* 2012). A busca por inovações tecnológicas que favoreçam o desempenho animal e reduzam os custos, tem sido considerado um grande desafio e uma necessidade na suinocultura moderna.

Na suinocultura industrial, o período pós-desmame é uma fase crítica no ciclo produtivo, caracterizado principalmente pelo momento de transição do alimento leite para uma ração seca (FIGUEIREDO *et al.* 2003). Vários fatores causadores de estresse levam à queda da imunidade e redução do consumo alimentar, que favorecem a manifestação de doenças e a reduzida taxa de crescimento. Nesta fase de vida os leitões apresentam o sistema digestório em desenvolvimento e, à medida que o nível da enzima lactase reduz gradativamente com a idade, ocorre aumento na atividade da maioria das outras enzimas digestivas, que atingem grau de atividade satisfatório, aos 42 dias de idade (HAUPTLI *et al.*, 2012).

A silagem de grãos úmidos de milho se tornou uma opção aos suinocultores, como substituto aos grãos de milho seco. Uma vez que na forma de silagem o milho pode ser armazenado e consumido na propriedade com redução nos componentes de custos diretos e indiretos que provêm das operações de pós-colheita e comercialização (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

O milho doce associado à tecnologia de ensilagem de grãos úmidos também pode se tornar uma boa alternativa para substituição aos produtos lácteos, por sua menor concentração de carboidratos na forma de amido. Este cereal se difere do milho comum não por características taxonômicas, mas pelo alto teor de açúcares solúveis e baixo teor de amido, ambos resultantes da

34 ação de genes recessivos individuais ou associados em combinações duplas
35 ou triplas (ARAÚJO *et al.*, 2006).

36 Outra vantagem na utilização desta tecnologia, esta relacionada com
37 acidificação natural durante o processo de ensilagem. A mudança alimentar
38 ocasionada na fase de creche predispõe os leitões a problemas
39 gastrintestinais, uma vez que o sistema digestivo ainda está imaturo e não
40 possui secreção suficiente de ácido clorídrico (CASTRO *et al.*, 2009).

41 As silagens de grãos úmidos de milho são largamente utilizadas e
42 estudadas na produção animal. Porém são poucos os trabalhos realizados com
43 silagem de grãos úmidos de milho doce na nutrição de leitões na fase de
44 desmame. O mesmo acontece para avaliação do uso de inoculantes
45 microbianos em silagens de grãos úmidos de cereais.

46 Portanto torna-se necessário esclarecer a utilização eficiente dos
47 nutrientes da silagem de grãos úmidos de milho doce pelos leitões, que foi
48 realizada na presente pesquisa, e apresentada a seguir no capítulo 2.

49

50 **2. OBJETIVOS**

51

52 **2.1. Objetivo Geral**

53

54 Avaliar as características fermentativas e os coeficientes de
55 digestibilidade das silagens de grãos úmidos de milho convencional e milho doce,
56 inoculadas ou não para leitões desmamados.

57

58 **2.2. Objetivos Específicos**

- 59 • Avaliar a padrão de fermentação das silagens de grãos úmidos de milho
60 convencional e milho doce e das silagens de milho reidratado inoculadas
61 ou não em dois tempos de abertura, aos 15 e 45 dias.
- 62 • Determinar os coeficientes de digestibilidade das silagens de grãos
63 úmidos de milho convencional e milho doce para leitões desmamados.
- 64 • Avaliar a estabilidade aeróbica das silagens de grãos úmidos de milho e
65 milho reidratado por meio de curvas de regressão, e estimar as curvas
66 de pH ao longo da exposição aeróbica;

67

68 3. REVISÃO DE LITERATURA

69 Na suinocultura industrial muitas alternativas alimentares são
70 estudadas a fim de minimizar os efeitos negativos do desmame. Com o intuito
71 de assegurar o desempenho desejável dos leitões nessa fase de crescimento,
72 e reduzir os custos de produção, especialmente os associados às rações
73 (CASTRO *et al*, 2009).

74 A ensilagem de grãos úmidos de milho pode se tornar uma alternativa
75 viável nesta fase produtiva, pois a acidificação natural da massa ensilada
76 proporciona um ambiente mais ácido no estômago dos leitões, que neste
77 estágio possuem secreções de ácido clorídrico insuficientes para uma
78 adequada digestão (CASTRO *et al.*, 2009).

79 Salienta-se também que mediante o processo fermentativo, ação do
80 calor, umidade e, ainda agentes químicos que podem ser adicionados na
81 silagem os ácidos orgânicos produzidos, podem causar rupturas na matriz
82 proteica que recobre os grânulos de amido, bem como na estrutura desses
83 grânulos, aumentando a área exposta à ação enzimática dos leitões. (VIEIRA
84 *et al.*, 2009).

85

86 3.1. Produção e Características do Milho Comum e Milho Doce

87

88 A produção de milho representa mais de 30% do total de grãos
89 produzidos, sendo de grande importância na alimentação humana e animal,
90 além de ser utilizado para fabricação de diversos produtos (PAES *et al.*, 2011).
91 Dados da safra Brasileira de 2012/2013 demonstram uma produção de
92 aproximadamente 77 milhões de toneladas, das quais foram colhidos numa
93 área plantada de 15,41 milhões de hectares (CONAB, 2013; LSPA, 2013).
94 Deste montante pode-se dar destaque, a Região Sul, que na safra de verão foi
95 responsável por cerca de 43% da produção nacional, seguida da região
96 Sudeste (29%), Centro-Oeste (12%), Nordeste (11%) e Norte (3%) (CONAB,
97 2013).

98 Os dados estatísticos de produção de milho doce são escassos, uma
99 vez que eles são apresentados em conjunto à produção de milho verde, que na
100 maioria das vezes, advém de lavouras de milho comum (SOUZA *et al.*, 2013).

101 De acordo com FAO (2013), a área mundial cultivada com o milho
102 verde no ano de 2011 foi de 1.083.680 há. Neste tipo de exploração comercial
103 de milho destacam-se os Estados Unidos (40,14%), Nigéria (8,12%) e o México
104 (7,38%), com uma produção de 3.657.550; 740.000 e 672.311 mg de espigas
105 verdes.

106 No Brasil a produção concentra-se nos estados do Rio Grande do Sul,
107 São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco.
108 (KWIATKOWSKI & CLEMENTE, 2007). A produção desta hortaliça é voltada
109 para o processamento industrial, e atende mercados diferenciados em relação
110 ao milho comum (CARMO *et al.*, 2012).

111 O milho é um cereal com ampla diversidade de uso, além do consumo
112 *in natura* na alimentação humana são empregados na alimentação animal, os
113 grãos são utilizados como principal componente de rações de aves e suínos. É
114 uma cultura de grande variabilidade genética, o que facilita o cultivo em
115 diversos ambientes (EMYGDIO *et al.*, 2011).

116 O milho doce contém o alelo *sugary* (*Zea mays* L. grupo *saccharata*)
117 apresenta características botânicas e reprodução idênticas as do milho comum
118 (BORDALLO *et al.*, 2005). Entretanto, a ação de alelos mutantes que bloqueiam
119 a conversão de açúcares em amido, no endosperma, lhe confere o caráter
120 doce. Entre os principais genes que conferem esta característica estão o
121 *sugary-1* (*su₁*), *brittle* (*bt₂*) e *shrunken* (*sh₂*) (CARMO *et al.*, 2012).

122 Estes alelos promovem alterações na composição dos carboidratos no
123 endosperma do grão, e diferenciam-se quanto à proporção de amido e açúcar
124 no grão, e em relação à posição nos cromossomos em que estes alelos estão
125 localizados (BARBIERI *et al.*, 2005). Os alelos mutantes que afetam a
126 biossíntese do amido no endosperma estão associados a características
127 indesejáveis, como baixa produtividade e baixa resistência ao ataque de
128 doenças e pragas por causa do maior teor de açúcar solúvel (OLIVEIRA
129 JÚNIOR *et al.*, 2006).

130 Este cereal possui como principais características agrônômicas
131 pericarpo fino e endosperma com textura delicada, grãos tenros e maior
132 quantidade de sacarose, dextrinas e vitaminas (KWIATKOWSKI & CLEMENTE,
133 2007).

134 Quanto à composição química, o milho doce apresenta 34,7% de
135 amido; 32,6% de amilose; 67,4% amilopectina; 38,8% das proteínas totais
136 solúveis em água (ZARATE & VIEIRA, 2003). Enquanto que o milho comum
137 apresenta 72% de amido; 25% amilose; 75% amilopectina; 0,0% de proteínas
138 totais solúveis em água (PAES *et al.*, 2011).

139

140 **3.2. Conservação de Grãos Úmidos de Milho na Forma de** 141 **Silagem e a Aplicação de Inoculantes**

142

143 Os usos de silagem de grãos úmidos de cereais, especialmente de
144 milho, aumentaram nos últimos anos. Dados da Conab (2013) revelam que a
145 área de lavoura destinada à produção de silagem é de cerca de 2,25 milhões
146 de hectares, algo em torno de 15% da área total cultivada de milho no país.
147 Trata-se de uma tecnologia de fácil adoção, com baixos custos de implantação
148 e segurança de resultados.

149 Salienta-se também que a colheita do milho úmido para silagem
150 proporciona antecipação na retirada da cultura da lavoura, com grandes
151 benefícios em esquema de rotação de culturas. Apresentando-se também
152 como uma fonte energética não sazonal, além de proporcionar redução das
153 perdas quantitativas durante o processo de armazenagem e menor custo de
154 produção em relação ao grão seco (JOBIM *et al.*, 2003; GOBETTI *et al.*, 2013).

155 Jasper *et al.* (2009), verificaram diminuição de 8,8% no custo total de
156 produção da silagem de grãos úmidos de milho quando comparado ao milho
157 seco estocado. A conservação dos grãos úmidos de milho na forma de silagem
158 também pode apresentar outras vantagens, como sobre a etapa de secagem e
159 armazenagem de grãos secos, por exemplo, por não exigir esta etapa não
160 oferecer risco de perdas quali-quantitativas por fungos e insetos, como ocorre
161 com os grãos de milho seco (GOBETTI *et al.*, 2013). Além que de o processo
162 de secagem pode custar até 15 % do custo total das atividades relativas à pós-
163 colheita (FERRARI *et al.*, 2010).

164 A silagem de grãos úmidos pode ser definida como o produto da
165 conservação, em meio anaeróbio, de sementes ou grãos de cereais, logo após
166 a maturação fisiológica (SCAPINELLO *et al.*, 2011). Essa maturação se
167 caracteriza pelo momento em que cessa a translocação de nutrientes da planta

168 para os grãos, e estes atingem seu máximo peso seco ou máximo acúmulo de
169 matéria seca, a umidade do grão como referência neste estágio deverá ser de
170 aproximadamente 28% a 40% (RITCHIE *et al.*, 2003).

171 O processo de ensilagem de grãos úmidos segue o mesmo princípio da
172 ensilagem de volumosos, tendo como principais fases na elaboração da
173 silagem: aeróbica, fermentativa, estável e alimentar (SILVA *et al.*, 2005).

174 Durante o processo ocorre diminuição do pH da massa ensilada, por
175 meio da produção de ácido de láctico, oriundo da fermentação de carboidratos
176 solúveis por bactérias da planta. A produção de ácidos orgânicos é necessária
177 em quantidades suficientes para inibir o desenvolvimento de microrganismo
178 deteriorante, de modo a preservar o material até o consumo (FUGYTA *et al.*,
179 2012; SANTOS *et al.*, 2010).

180 Entretanto, quando o material ensilado não possui estas características
181 em quantidade suficiente, é necessário realizar um pré-tratamento com
182 inoculantes bacterianos (RODRIGUES *et al.*, 2004). Esses aditivos microbianos
183 fornecem uma população adicional de bactérias lácteas homofermentativas e,
184 em alguns produtos as bactérias lácticas são adicionadas com substrato ou
185 com enzimas para favorecer o processo fermentativo (ITAVO *et al.*, 2006).

186 A maioria dos inoculantes bacterianos aplicados em silagens tem como
187 principal função estimular a produção de lactato durante o a fermentação
188 (COSTA *et al.*, 2011). As bactérias homofermentativas, mais comuns, usadas
189 em inoculantes para silagens são: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus*
190 *acidophilus*, *Pediococcus cerevisiae*, entre outras. Estes organismos fazem
191 com que o pH durante a fermentação diminua rapidamente, bem como as
192 perdas da matéria seca, e em alguns casos melhoram o desempenho animal
193 (SILVA *et al.*, 2010).

194 A inoculação bacteriana aumenta a taxa de fermentação, que resulta
195 na supressão da proteólise e maior retenção de carboidratos solúveis na
196 silagem (HENDERSON, 1993). De acordo com Kung Júnior *et al.* (2007)
197 algumas características intrínsecas dos grãos úmidos de milho, como teor de
198 umidade relativamente baixo (35%), baixa concentração de bactérias lácticas e
199 elevada quantidade de amido, podem prejudicar a produção dos ácidos e a
200 rápida redução do pH.

201 Isto possibilita o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis
202 que utilizam o amido como fonte de energia, o que poderá ocasionar em perda
203 de matéria seca e aumento da temperatura da massa, desencadeando a
204 reação de “*Maillard*” e a desnaturação proteica, os quais geram perdas da
205 função biológica dos alimentos (JOBIM *et al.*, 2008). Ocorrem também algumas
206 reações químicas que produzem CO₂, água, que consomem energia (SILVA *et*
207 *al.*, 2010). Nessas condições, a utilização de aditivos que possam garantir um
208 ambiente adequado no interior do silo torna-se interessante, para que sejam
209 reduzidas as perdas quantitativas e qualitativas durante a armazenagem
210 (MORAIS *et al.*, 2012).

211 A composição química da silagem de grãos úmidos de milho pode
212 variar em função do teor de umidade no momento da ensilagem, da proporção
213 de impurezas como sabugo, variedade do milho e entre outros fatores (JOBIM
214 *et al.*, 1997). O valor nutritivo da silagem pode variar conforme o híbrido, a
215 densidade de cultivo, a maturidade e umidade no momento da colheita,
216 tamanho das partículas e condições de ensilagem e desensilagem (VELHO *et*
217 *al.*, 2006; VELHO *et al.*, 2007).

218 A digestibilidade da silagem de milho está diretamente relacionada com
219 a estrutura e a composição do amido (SILVA *et al.*, 2010). Esta molécula se
220 constitui de grânulos nos quais a amilose e amilopectina estão ligadas por
221 pontes de hidrogênio. A amilopectina se constitui na parte mais organizada
222 (cristalina) e densa dos grânulos, oferecendo maior resistência à penetração de
223 água ou à ação enzimática. A amilose se constitui na parte menos organizada
224 (amorfa), podendo a água mover-se livremente dentro dela. Os grânulos de
225 amido são interligados e envoltos por uma camada ou matriz proteica (SILVA,
226 *et al.*, 2005; DENARDIN & SILVA, 2009).

227 Assim, alterações no tecido vegetal e na superfície de grânulos de
228 amido são possivelmente causadas pela associação dos fatores de tempo,
229 temperatura, umidade e acidez, ocasionadas pelo processo fermentativo da
230 silagem em anaerobiose (LOVATTO *et al.*, 2009). Entretanto, a fermentação no
231 silo é um processo dinâmico que é afetado por vários fatores, sendo estes, em
232 algumas situações, difíceis de serem controlados, podendo ocasionar baixa
233 preservação dos nutrientes do material ensilado. A utilização de inoculação
234 bacteriana pode proporcionar pequenas perdas de matéria seca, e melhora na

235 digestibilidade dos nutrientes, resultando em melhor utilização da energia da
236 dieta (FUGITA *et al.*, 2012).

237

238 **3.3. Utilização de silagem de grãos úmidos de milho na** 239 **alimentação de leitões**

240

241 O desmame dos leitões, é um dos principais responsáveis por perdas
242 econômicas observadas em criações comerciais de suínos, visto que, ao
243 alterar a fisiologia gastrointestinal por mudança da alimentação, diminui-se a
244 capacidade digestiva e absorviva de nutrientes, comprometendo assim o
245 desempenho nas fases seguintes destes animais (MORES *et al.*, 2010).

246 Estudos conduzidos por Oliveira *et al.* (2004) sugerem que, a melhoria
247 no desempenho e na conversão alimentar dos leitões que receberam silagem
248 de grão úmido de milho tornam a silagem uma alternativa viável na alimentação
249 de suínos em fase de creche, e que ela pode substituir totalmente o milho seco
250 moído. Tofoli *et al.* (2006), observaram que o processo de ensilagem dos grãos
251 melhorou o seu valor nutricional se comparado com o milho seco, e resultou na
252 utilização mais eficiente da ração, especialmente pelos leitões mais jovens. Os
253 autores verificaram ainda que o método de estocagem, sob a forma de silagem
254 de grãos úmidos, melhora a disponibilidade dos nutrientes do milho em relação
255 ao grão seco.

256 O bom valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho pode ser
257 explicado em parte, pelo seu menor valor de pH (OLIVEIRA *et al.*, 2004; SILVA
258 *et al.*, 2005). O aumento da acidez da dieta reduz a taxa de esvaziamento
259 estomacal e melhora a ação das enzimas digestivas. A maior retenção produz
260 intensa estimulação da secreção exócrina do pâncreas, eleva os subprodutos
261 da digestão no quimo, que são importantes estimulantes luminiais dessa
262 secreção no início do intestino delgado (SILVA *et al.*, 2005).

263 A utilização da silagem de grãos úmidos de milho para suínos é
264 incipiente no Brasil e as informações sobre a inclusão desse ingrediente nas
265 dietas de suínos são escassas e com resultados variáveis. Apesar disso, a
266 adoção das silagens de grãos úmidos de milho apresenta vantagens
267 econômicas, que a colocam como um ingrediente promissor na alimentação de
268 não ruminantes (LEHNEN *et al.*, 2011).

269 Alguns dados disponíveis na literatura indicam que a melhora no
270 desempenho dos suínos alimentados com silagens de grãos úmidos de milho
271 esta relacionada ao maior valor de energia digestível e maior digestibilidade do
272 cálcio e fósforo, comparado ao milho seco (TSE *et al.*, 2006), outra razão diz
273 respeito a atividade enzimática dos leitões, que somente aos 42 dias de idade
274 atingem um grau satisfatório (BERTOL *et al.*, 2000). Portanto para leitões
275 desmamados é necessário incluir na dieta proporções adequadas das fontes
276 de carboidratos que os leitões estão aptos a digerir.

277 Em um estudo com silagem de grãos úmidos de milho para leitões em
278 fase de creche Lopes *et al.* (2012, observaram melhora na conversão
279 alimentar, fato que foi atribuído às alterações estruturais que ocorrem no
280 endosperma do milho ensilado e ao menor pH das rações com silagem.

281 De acordo Chamone *et al.* (2012), A silagem de grãos úmidos de milho
282 tem apresentado maior digestibilidade da matéria seca, em relação ao grão de
283 milho seco, especialmente em animais recém-desmamados, os quais
284 apresentam capacidade de acidificação dos alimentos no estômago reduzida.

285 As silagens de grãos úmidos de milho podem ser consideradas uma
286 técnica de conservação eficiente, de custo reduzido e que proporciona alimento
287 de alto valor nutricional para suínos (OLIVEIRA *et al.*, 2004). Pois possuem alta
288 concentração energética e digestibilidade superior, quando comparada com o
289 grão seco (SILVA *et al.*, 2005).

290

291

292

293

294

295

296

297

298

299

300

301

302 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 303
304 ARAÚJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V. Qualidade fisiológica de
305 sementes de milho doce colhidos em diferentes épocas. **Revista**
306 **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.687-682, 2006.
- 307 BARBIERI, V.H.B.; LUIZ, J.M.Q.; BRITO, C.H.; *et al.* Produtividade e
308 rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de
309 espaçamentos e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**,
310 Brasília, v.23, n.3, p.826-830, 2005.
- 311 BERTOL, T.M.; FILHO, J.I.S.; LUDKE, J.V. Níveis de suplementação de lactose
312 na dieta de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
313 Viçosa, v.31, n.5, p.1387-1393, 2000.
- 314 BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; *et al.*; Análise
315 dialética de genótipos de milho doce e comum para caracteres
316 agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1,
317 p.123-127, 2005.
- 318 CARMO, M.S.; CRUZ, S.C.S.; SOUZA, E.J.; *et al.*, Doses e fontes de
319 nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce
320 (*Zea mays convar. saccharata var. rugosa*). **Bioscience Journal**,
321 Uberlândia, v. 28, Supplement 1, p. 223-231, 2012.
- 322 CARVALHO, C.; KIST, B.B.; SILVEIRA, D.N.; *et al.* Anuário brasileiro de aves e
323 suínos. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 2012. 112p.
- 324 CASTRO, V. S.; BERTO, D.A.; NETO TRINDADE, M.A.; *et al.* Formulação de
325 rações para leitões com base nos nutrientes digestíveis da silagem de
326 grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38,
327 n.10. p.1914-1920, 2009.
- 328 COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Grãos Safra
329 2012/2013. **Acompanhamento da safra Brasileira**. Disponível em:
330 <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_03_07_10_39_19_le
331 [vantamento_safras_graos_6.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_03_07_10_39_19_le)>. Acesso em: 03 de junho de 2013.
- 332 COSTA, K.A.P.; ASSIS, R.L.; PERIM, R.C.; *et al.*; Quality and nutritional value
333 of pearl millet genotypes silage produced with and without inoculants.
334 **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.2,
335 p.286-295, 2011.

- CHAMONE, J.M.A.; DE MELO, M.T.P; BARBOSA, M.M.; et al.; Silagem de grãos úmidos de milho para suínos. **Revista Eletronica Nutritime**, Artigo 153, v.09, n. 1, p. 1680-1682, 2012.
- EMYGDIO, B.M.; MACHADO, J.R.A.; GUADAGNIN, J.P.; et al. Recomendação de variedades de milho para o sul do Brasil para a safra 2011/12. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v.17, n.1, p.7-13, 2011.
- DENARDIN, C.C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.945-954, 2009.
- FERRARI, E.F ; Gottardi R. ; Dionello. R.G. . Custos da secagem intermitente de grãos de milho submetidos a três temperaturas do ar de secagem (60, 70 e 80 °C). **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 16, p. 17-21, 2012.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS – FAO. **Fao Stat.** Disponível em:<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#anchor>>. Acesso em: 30março de 2013.
- FIGUEIREDO, A.N.; MIYADA, V.S.; UTIYAMA, C.E; et al. Ovo em pó na alimentação de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, (supl.2), n.6, p.1901-1911, 2003.
- FUGITA, C.A.; PRADO I.N.; JOBIM, C.C.; et al. Corn silage with and without enzyme-bacteria inoculants on performance, carcass characteristics and meat quality in feedlot finished crossbred bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.41, n.1, p.154-163, 2012.
- FNP CONSULTORIA. Anualpec 2012: **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo, 2012.
- GOBETTI, S.T.C.; NEUMANN, M.; OLIBONI, R.; et al. Utilização de silagem de grão úmido na dieta de animais ruminantes. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v.9 n.1 p. 225 – 239, 2013.
- HAUPTLI, L.; BERTO, D.A.; AUGUSTO, R.M.N.; et al. Níveis de maltodextrina na dieta de leitões desmamados aos 21 dias. *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 34, n. 3, p.273-278, 2012.

- 369 HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**,
370 v.45, p.35-56, 1993.
- 371 ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; *et al.* Padrão de fermentação
372 e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo
373 submetidas ou não a inoculação microbiana. **Revista Brasileira de**
374 **Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.655-664, 2006.
- 375 JASPER, S.P.; SEKI, A.S.; SILVA, P.R.A.; *et al.*; Comparação econômica da
376 produção de grãos secos e silagem de grãos úmidos de milho cultivado
377 em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33,
378 n. 5, p. 1385-1391, 2009.
- 379 JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. *et al.* Avaliação das silagens de
380 grãos úmidos de milho (*Zea mays L.*). **Pesquisa Agropecuária**
381 **Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.311-31, 1997.
- 382 JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na
383 Alimentação de bovinos leiteiros. In: **V Simpósio Goiano sobre Manejo**
384 **e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite**. Goiânia – Goiás, maio 2003.
385 p. 357-376.
- 386 JOBIM, C. C.; LOMBARDI, L., MACEDO, F., & BRANCO, A. Silagens de grãos
387 de milho puro e com adição de grãos de soja, de girassol ou uréia.
388 **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.5, p.649-656, 2008.
- 389 KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Características do milho doce (*Zea mays*
390 *L.*) para industrialização. **Revista Brasileira De Tecnologia**
391 **Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 1, p. 93-103, 2007.
- 392 KUNG JUNIOR, L.; SCHMIDT, R. J.; EBLING, T. E. . H. W. The effect of
393 *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of
394 ground and whole high-moisture corn. **Journal of Dairy Science**, v.90,
395 n.5, 2007.
- 396 LEHNEN, C.R ; LOVATTO, P.A ; ZANELLA, I ; ROSSI, C.A ; HAUSCHILD, L ;
397 MELCHIOR, R . Alimentação de porcas lactantes com dietas contendo
398 silagem de grãos úmidos de milho e ácido fumárico. **Arquivo Brasileiro**
399 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 214-221, 2011.
- 400 LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA – **LSPA**. Rio
401 de Janeiro, v.26 n.4 p.1-86, 2013. Disponível em:

- 402 <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201304.pdf>. Acesso em: 03 de junho de 2013.
- 403
- 404 LOPES, A.B.R.C.; BERTO, D.A.; TRINDADE NETO, M.A.; Alimentação de
- 405 leitões na creche com grãos úmidos de milho ensilados ou preservados
- 406 com propionato de cálcio. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v.19, n.2,
- 407 p. 207-217, 2012.
- 408 LOVATTO, P.A.; WESCHENFELDER, V.A.; ROSSI, C.A.R.; *et al.*; Porcas
- 409 lactantes alimentadas com dietas contendo silagem de grãos úmidos de
- 410 milho e ácidos orgânicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 04, p.
- 411 1253-1256, 2009.
- 412 MORES, T.J.; GONÇALVES, M.A. D.; SOUZA, R.F.; *et al.*; Influência das
- 413 doenças no ganho de peso dos leitões na fase de aleitamento. **Acta**
- 414 **Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v.38, (Supl 1), p.159-169, 2010.
- 415 MORAIS, M.G.; ÍTAVO, C.C.B.F.; ÍTAVO, L.C.V.; *et al.*; Inoculação de silagens
- 416 de grãos úmidos de milho, em diferentes processamentos. **Revista**
- 417 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.4, p.969-
- 418 981, 2012.
- 419 OLIVEIRA, R.P.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; *et al.* Valor nutritivo e
- 420 desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de
- 421 grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33,
- 422 p. 164-156, 2004.
- 423 OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; *et al.* Seleção
- 424 de genótipos de milho mais promissores para o consumo in natura.
- 425 **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.1, p. 159-165,
- 426 2006.
- 427 PAES, Maria Cristina Dias ; SANTANA, R. de C. ; VOLPI, B.D. . Características
- 428 físicas e químicas do grão de milho. In: BOREM, A.; RIOS, S. de A..
- 429 (Org.). Milho Biofortificado. 1^{ed}.Visconde do Rio Branco: Suprema,
- 430 2011, v. 3, p. 45-86.
- 431 RITCHIE, S. W.; HANWAY, J.; BENSON, G. Como a planta de milho se
- 432 desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, n.103, 2003.
- 433 RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; *et al.*; Avaliação do
- 434 uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e

- 435 nutricional da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
436 Viçosa, v.33, n.3, p.538-545, 2004.
- 437 SANTOS, M.V.F., GÓMEZ CASTRO, A.G., PEREA, J.M.; *et al.*; Fatores que
438 afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos**
439 **de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, (R), p. 25-43. 2010.
- 440 SILVA, A.A; MARQUES, B.M.F.P.P.; HAUSCHILD, L.; *et al.*; Digestibilidade e
441 balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos.
442 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p. 877-882, 2005.
- 443 SILVA, J.M.; CARNAÚBA, J.P.; SILVA, I.O.; *et al.* Influência de inoculante
444 bacteriano-enzimático sobre a microbiota e qualidade nutricional de
445 silagens de grãos úmidos de milho. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania,
446 v. 11, n. 1, p. 62-72, 2010.
- 447 SOUZA, R.S.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; *et al.* Produtividade e
448 qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina:**
449 **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 995-1010, 2013.
- 450 SCAPINELLO, C.; JOBIM, C. C.; FARIA, H. G.; *et al.* Silagem de grão úmido
451 de milho na alimentação de coelhos em crescimento. **Ciência Rural**,
452 Santa Maria, versão online, 2011. Disponível em:
453 <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2011nahead/a906cr3812.pdf>>. Acesso em:
454 15 março 2011.
- 455 TOFOLI, C.A.; BERTO, D.A.; TSE, M.L.P.; WECHSLER, F.S.; *et al.*; Avaliação
456 nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores
457 de óleo para leitões na fase de creche. **Arquivos Brasileiros de**
458 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.6, p.1206-
459 1213, 2006.
- 460 TSE, M.L.P.; BERTO, D.A.; TOFOLI, C.A.; *et al.*; Valor nutricional da silagem
461 de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões
462 na fase de creche. **Arquivos Brasileiros de de Medicina Veterinária e**
463 **Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.6, p.1214-1221, 2006.
- 464 VIEIRA, N.J.;CANTARELLI.; FIALHO, E.T.; ZANGERONIMO, M.G.; *et al.*;
465 Evaluation of different corn textures in dry grain or silage forms for piglets
466 from 7 to 15 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.9,
467 p.1757-1761, 2009.

- 468 VELHO, J.P.; MÜHLBACH, P.R.F.; GENRO, T.C.M. *et al.* Alterações
469 bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos
470 de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, Santa Maria,
471 v.36, n.3, p.916-923, 2006.
- 472 VELHO, J.P.; MÜHLBACH, P.R.F.; NÖRNBERG, J.L., *et al.* Composição
473 bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes
474 densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa,
475 v.36, n.5, p.1532-1538, 2007.
- 476 ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M. do C. Produção do milho doce cv. Superdoce em
477 sucessão ao plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de
478 cama de frango. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.1, p.05–09,
479 março 2003.
- 480
- 481
- 482
- 483
- 484
- 485
- 486

CAPITULO II

Artigo elaborado segundo adaptação das normas da Revista Semina: Ciências Agrárias.

ENSILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO COM E SEM INOCULAÇÃO MICROBIANA, PADRÃO DE FERMENTAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E DIGESTIBILIDADE NA ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES.

Silage grain wet corn with and without microbial inoculation, fermentation pattern, characterization and digestibility in the piglets

Camilla Mendonça Silva²

Diovani Paiano¹

Pedro Nelson César do Amaral²

RESUMO: Foram conduzidos dois experimentos o primeiro para avaliar o padrão de fermentação das silagens de grãos úmidos de milho (SGUM) Fortuna, doce e milho reidratado e o segundo experimento para determinar os coeficientes de digestibilidade e de metabolização das silagens para leitões. Para o primeiro experimento, foi adotado um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3X3X2, três tipos de milho (Fortuna; milho doce; milho reidratado); três inoculações (sem inoculante; com inoculante bacteriano; com inoculante bacteriano + carboidratoses); em dois tempos de abertura (15 e 45 dias), com três repetições para SGUM e cinco para as silagens de milho reidratado, com um total de 66 unidades experimentais. Após a abertura dos silos foi mensurado os valores de pH as 0 e 24 horas após a abertura, os índices de acidez titulável (AT), perdas de matéria seca (PMS), teor de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB). Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados as SGUM Fortuna e doce, sem inoculação e com inoculação microbiana, perfazendo um esquema fatorial 2x2 (dois tipos de milho e dois tipos de inoculação) com cinco repetições por tratamento. Foram utilizados 20 leitões machos castrados híbridos comerciais, com peso inicial médio de $10,9 \pm 1,1$ Kg. As silagens de milho doce apresentaram as maiores PMS. Não houve efeito do tempo de abertura sobre os valores de pH e AT. Houve interação inoculante X milho, e o tratamento sem inoculação apresentou os maiores índices AT para o híbrido de milho doce. Houve efeito do tipo de milho sobre os CDMS, CDEB, CMEB e CDMO, e com os melhores valores de digestibilidade para o milho Fortuna. Os inoculantes não alteraram os coeficientes de digestibilidade.

PALAVRAS-CHAVE: conservação de alimentos, valor nutricional, perdas na ensilagem

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina; Departamento de Zootecnia; Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: diovani@hotmail.com

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Unidade Aquidauana; Departamento de Zootecnia; Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: pnelson@uems.br

² Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Unidade Aquidauana; Departamento de Zootecnia; Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: camillamsa@bol.com.br

522
 523 **ABSTRACT:** Two distinct experiments were conducted, the first assessed the fermentation
 524 pattern of high moisture Fortuna corn grain silage (SGUM), sweet corn and rehydrated corn and
 525 the second experiment to determine digestibility and metabolization coefficients of the silages
 526 for piglets. For the first experiment, a completely randomized design was used in a factorial
 527 scheme 3x3x2, three types of corn (Fortuna, sweet corn and rehydrated corn); three inoculations
 528 (no inoculant; with bacterial inoculant; with bacterial inoculant + carbohydratases); in two
 529 opening times (15 and 45 days), with three replications for SGUM and five for rehydrated corn
 530 silage, with a total of 66 experimental units. After opening the silos, it was measured the pH
 531 values at 0 and 24 hours after opening, titratable acidity (AT), dry matter loss (PMS),
 532 percentages of dry matter (MS), organic matter (MO) and crude protein (PB). For the
 533 digestibility assay the Fortuna and sweet corn, with and without inoculation were used,
 534 comprising a 2x2 factorial scheme (two types of corn and two types of inoculation) with five
 535 replications per treatment. Twenty male castrated hybrid commercial piglets were used, with
 536 initial weight of 10.9 ± 1.1 Kg. Sweet corn silages presented the highest PMS. There was no
 537 effect of opening time on pH and AT. There was an interaction inoculant X corn, and the
 538 treatment without inoculant presented the highest AT levels for the hybrid and sweet corn.
 539 There was an effect of corn type on CDMS, CDEB, CMEB and CDMO, and with the best
 540 digestibility values for Fortuna corn. The inoculants did not alter digestibility coefficients.
 541 **KEY WORDS:** food preservation, nutritional value, losses in silage

542

543 INTRODUÇÃO

544 O milho é um alimento de elevado valor nutricional e de relevância na nutrição de
 545 suínos (CASTRO et. al., 2009), porém o aumento nos custos de produção provocada pela
 546 valorização deste insumo e os problemas relacionados ao armazenamento torna importante à
 547 análise de alternativas nutricionais viáveis técnicas e economicamente para a suinocultura
 548 brasileira. Dentre as alternativas, a silagem de grãos úmidos de milho é uma boa opção (JOBIM
 549 et. al., 2003). A aplicação desta técnica reduz os problemas e perdas verificadas nos períodos
 550 pré e pós-colheita, além de apresentar melhor valor nutricional que o milho seco em decorrência
 551 da melhor utilização da fração proteica do grão (TOFOLI et. al., 2006).

552 Entretanto, em ocasiões específicas como atrasos da colheita, normalmente realizada
 553 no período chuvoso do ano, podem ocorrer problemas no processo, como a maturação excessiva
 554 e à consequente perda de umidade dos grãos. Uma alternativa para reduzir esses riscos é a
 555 prática de reconstituição da umidade a partir da reidratação dos grãos em estágio maduro para a
 556 confecção de uma silagem de grãos úmidos (LOPES et. al., 2005).

557 A aplicação de inoculantes bacterianos na ensilagem é uma técnica já difundida que
 558 visa minimizar as perdas decorrentes durante a ensilagem, aperfeiçoar o processo fermentativo,

559 reduzir a deterioração aeróbia e aumentar o valor nutritivo (RODRIGUES et. al., 2004). A
560 inoculação é realizada para aumentar a população de bactérias ácida láctica, além das já
561 existentes na cultura, e com a finalidade de favorecer a rápida estabilização (MUCK, 2010). Em
562 alguns casos, foi observado o efeito da inoculação da silagem sobre o desempenho dos animais
563 (WEINBERG et al., 2007).

564 Em relação ao uso de aditivos microbianos em silagens de grãos úmidos de milho,
565 Ítavo et al. (2006), não verificaram melhoria no padrão de fermentação. Ranjit & Kung (2000)
566 em um estudo com inoculante bacteriano, observaram diminuição de ácido láctico, aumento de
567 ácido acético e menor crescimento de leveduras dos gêneros *Saccharomyces*, *Candida*,
568 *Cryptococcus* e *Pichia*, o que acarretou em prevenção a deterioração aeróbia quando as silagens
569 foram expostas ao ar.

570 Os principais objetivos da formulação de rações para leitões é superar os efeitos da
571 produção insuficiente de ácido clorídrico no estômago, causados pela imaturidade do trato
572 gastrointestinal do animal, melhorar a digestão e reduzir os riscos de problemas com sanidade
573 (CASTRO et. al., 2009). A silagem do milho úmido, quando presente na ração de leitões resulta
574 em maior acidez e também menor taxa de esvaziamento do estômago, o que permite o fluxo
575 mais lento e uniforme da digesta para o intestino delgado, no intervalo entre as refeições, e por
576 fim melhorará a digestibilidade (VIERA et.al., 2009).

577 Segundo Tófoli et al. (2006) e Tse et al. (2006), a silagem de grãos úmidos de milho
578 apresentam maiores valores de energia digestível e de energia metabolizável, em comparação ao
579 milho seco para leitões. Além de afetar a conversão alimentar, ganho de peso e reduzir a
580 incidência da diarreia pós-desmame, quando comparado ao milho seco. Estes resultados
581 também podem ser atribuídos pelas alterações estruturais dos grânulos de amido do
582 endosperma, pela modificação das forças de ligação entre a região cristalina e a matriz proteica
583 durante o período de armazenagem do silo (OLIVEIRA et. al., 2004).

584 O milho doce associado à tecnologia de ensilagem de grãos úmidos também pode se
585 tornar uma boa alternativa na nutrição de leitões, visto que possui menor concentração de
586 carboidratos na forma de amido. Este cereal se difere do milho comum não por
587 características taxonômicas, mas pelo alto teor de açúcares e baixo teor de amido, ambos
588 resultantes da ação de genes recessivos individuais ou associados em combinações duplas ou
589 triplas (ARAÚJO et. al., 2006).

590 Na literatura nacional são poucos os trabalhos que avaliam o padrão de fermentação e
591 a digestibilidade de silagens de híbridos de milho doce destinado à nutrição de leitões, assim
592 como o efeito da inoculação. Com base no exposto, este trabalho foi conduzido para avaliar o
593 padrão de fermentação de silagens de grãos úmidos de três tipos de milho (Fortuna, doce e
594 reidratado) inoculados ou não em dois tempos de abertura, e determinar os coeficientes de

595 digestibilidade e de metabolização das silagens de milho (Fortuna e Doce) para leitões
596 desmamados.

597

598 MATERIAIS E METODOS

599 O plantio do milho (cv. SCS 154 Fortuna da Epagri[®]) e do milho doce (híbrido
600 Tropical da Syngenta[®]) foi realizado na Fazenda Experimental do Centro de Educação Superior
601 do Oeste- FECEO/UDESC- SC (27° 8' 5" Sul, 52° 47' 15" Oeste), a adubação foi realizada
602 conforme recomendações agronômicas para a cultura do milho. Ambos foram colhidos na fase
603 de maturação fisiológica do grão, com teores de matéria seca de 60 e 62%, respectivamente.
604 Para o milho reidratado foi utilizado uma variedade milho comum, adquirido no comércio local,
605 o qual foi previamente analisado para determinar o teor de umidade, e reidratado para 35% de
606 umidade.

607 Após a colheita ou reidratação os milhos foram fracionados em três partes e cada parte
608 recebeu um dos diferentes tratamentos, sem inoculação microbiana (tratamento controle), com
609 inoculação microbiana e com inoculação microbiana mais carboidratoses. O inoculante foi
610 adicionado nas SGUM no momento da ensilagem, por aspersão de acordo com as
611 recomendações do fabricante. O inoculante microbiano utilizado era de composto por
612 *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus*
613 *rhamnosus*, *Lactobacillus lactis*, *Bacillus subtilis* e dextrose em uma concentração de 1,667
614 X10⁹ UFC/g. A silagem com inoculante + complexo enzimático era composto com as cepas
615 semelhantes mais as carboidratoses.

616 As silagem naturalmente úmidas foram acondicionadas em mini silos, confeccionados
617 em baldes plásticos com capacidade de armazenamento de 20 litros, munidos com válvulas tipo
618 “Bunsen” para o escape dos gases produzidos durante a fermentação, conforme a metodologia
619 preconizados por Jobim et al. (2007). Para o milho reidratado foram utilizados silos
620 experimentais confeccionados em sacos de polietileno fechados a vácuo, com capacidade para
621 dois litros, de acordo com a metodologia sugerida por Hoedtke & Zeyner (2011). Todos os silos
622 foram devidamente vedados e armazenados até o período das respectivas aberturas. Os silos
623 foram pesados no momento do enchimento e da abertura, a fim de estimar as perdas de matéria
624 seca durante o processo fermentativo.

625 Adotou-se um delineamento em esquema fatorial 3X3X2, três tipos de milho, três
626 inoculações, e dois tempos de abertura, com três repetições cada para os tratamentos do milho
627 Fortuna e Doce, e cinco para o tratamento de milho reidratado, os quais totalizaram 66 unidades
628 experimentais. Os tratamentos consistiram de três tipos de milho: Fortuna, Doce e milho
629 reidratado; três inoculações: sem inoculante, com inoculante bacteriano, e inoculante bacteriano
630 + carboidratoses; em dois diferentes tempos de abertura (aos 15 e 45 dias).

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia digestível (ED) das silagens antes da ensilagem (Tabela 1). Após a abertura dos silos, procedeu-se à determinação de MS, MO, PB, FDN, FDA (Tabela 3). Foi estimada a densidade de compactação das silagens de milho Fortuna e milho doce, a partir do peso inicial e final do mini-silos, encontrando-se gravimetricamente o peso da massa ensilada. Aplicando-se a equação proposta por Jobim et al. (2007), na qual:

$$\text{Densidade (Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Massa ensilada (Kg)}}{\text{Volume do silo (m}^3\text{)}}$$

Para avaliar o padrão fermentativo foram determinados a acidez titulável (AT), perdas de matéria seca (PMS), e estimado o pH às 0; 24 horas de exposição aeróbica, de acordo com as metodologias preconizadas por Silva & Queiroz (2002) e Jobim et al. (2007).

Os resultados obtidos foram analisados de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_j + D_k + T_iM_j + T_iD_k + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijk} = variáveis respostas; μ = constante geral; T_i = tipos de tratamento microbiológicos (sem inoculante, com inoculante ou com inoculante + carboidratoses); M_j = tipo de milho (Fortuna, doce e reidratado); D_k = dias de abertura (15 ou 45 dias); T_iM_j = interação entre o tratamento microbiológico e o tipo de milho; T_iD_k = interação entre o tratamento microbiológico e os dias de abertura; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Para análise dos dados foi utilizado o software SAEG (UFV, 2000). As médias foram comparadas pelo teste Duncan a 5% de significância. Com exceção dos dados de caracterização das silagens, para os quais foi utilizado o teste Scott Knott a 5% de significância.

No segundo experimento foi realizado um ensaio de digestibilidade, nas dependências do setor de suinocultura da Escola Básica Municipal em Agropecuária Demétrio Baldissareli, (27°12'S-52°37'W), no município de Chapecó/SC.

Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 20 leitões machos castrados híbridos comerciais de alto desempenho, com o peso inicial de $10,9 \pm 1,1$ kg, os leitões foram alojados em gaiolas semelhantes às descritas por Pekas (1968). O período experimental teve duração de 12 dias, sendo sete dias de adaptação às dietas experimentais e às gaiolas, e cinco dias de coletas.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8h00 min. e às 17h00 min. A quantidade total diária fornecida no período experimental foi estabelecida com base na média de consumo por peso metabólico ($PV^{0,75}$), obtido no decorrer da fase de adaptação, equalizando o fornecimento de ração à média de consumo por peso metabólico do grupo. As rações foram umedecidas com aproximadamente 30% do peso para facilitar o consumo, diminuir os desperdícios e o pó. A água foi fornecida aos animais *ad libitum*. Foi utilizado o método de coleta total de fezes, com a utilização do óxido de ferro (2% de Fe_3O_2) como marcador fecal. O

668 fornecimento das dietas, coleta de fezes e urina foram realizados de acordo com a metodologia
669 preconizada por Sakomura & Rostagno (2007).

670 O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e quatro
671 repetições por tratamento, perfazendo 16 unidades experimentais, mais o grupo que recebeu a
672 ração referência (quatro animais), com um total de 20 animais utilizados. O esquema fatorial
673 aplicado foi de 2x2, dois tipos de milho (Fortuna e doce) e dois tipos de inoculações (sem
674 inoculantes, e com inoculante bacteriano). Os tratamentos consistiram de ração referência -RR
675 (Tabela 2), silagem de grão úmido de milho Fortuna sem inoculação (EPSE), silagem de grão
676 úmido de milho Fortuna com inoculante bacteriano (EPCO), silagem de grão úmido de milho
677 Doce sem inoculação (DOSE), e silagem de grão úmido de milho Doce com inoculante
678 bacteriano (DOCO). A ração referência foi formulada para atender as exigências nutricionais
679 propostas por Rostagno et al. (2011). As silagens substituíram a ração-referência com base na
680 matéria seca, na relação 64,4% RR:35,6% SGUM.

681 A determinação da composição química das rações, das silagens e fezes foi realizada
682 conforme metodologias preconizadas por Silva e Queiroz (2002). A energia bruta foi
683 determinada conforme metodologia de AOAC (1995) por meio do uso de bomba calorimétrica,
684 Modelo IKA C200®, programada no modo dinâmico. Com os valores de matéria seca das
685 rações e fezes e a composição química e energética das rações, das silagens, fezes e urina foram
686 calculados os nutrientes digestíveis, e os coeficientes de digestibilidade (MATTERSON et. al.,
687 1965 e SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

688 Os coeficientes de digestibilidade obtidos foram avaliados com base no seguinte
689 modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + T_i + M_j + T_iM_j + e_{ijk}$, em que: Y_{ijk} = coeficientes; μ = constante
690 geral; T_i = tipos de tratamento microbiológicos (sem inoculante ou com inoculante); M_j = tipo
691 de milho, (milho Fortuna ou milho doce); T_iM_j = interação entre o tratamento microbiológico e
692 o tipo de milho e e_{ijk} = erro – aleatório associado a cada observação.

693 Para análise de dados foi utilizado o software SAEG (UFV, 2000). As médias foram
694 comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

695

696 **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

697 As silagens de grãos úmidos de milho doce apresentaram os maiores ($P < 0,05$)
698 percentuais PMS (Tabela 4). Possivelmente este resultado pode estar relacionado com a maior
699 produção de ácidos graxos de cadeia curta, os quais possuem maior teor de carboidratos
700 solúveis susceptíveis a fermentação e produção de nutrientes voláteis. Teores de umidade acima
701 de 35% também podem favorecer as perdas de MS, o que pode sugerir que silagens produzidas
702 com maior teor de umidade são mais susceptíveis à compactação, o que provoca o rompimento
703 da membrana das células e vazamento do conteúdo celular, de modo a resultar em perda
704 substancial de nutrientes e, conseqüentemente, queda no valor nutritivo (Rabello et al., 2012).

705 Entretanto, não houve lixiviação nas silagens estudadas, o que sugere que as perdas podem estar
706 relacionadas ao produção de ácidos graxos de cadeia curta.

707 As PMS não diferiram entre as inoculações ($P>0,05$). Resultados obtidos por Moraes
708 et al. (2012), demonstraram que não ocorreu efeito do inoculante nas silagens, e as PMS obtidas
709 pelos autores foram de 1,18% para o tratamento controle. Ítavo et al. (2006), constataram que a
710 inoculação das silagens não reduziram as perdas da MS, possivelmente em virtude de pequeno
711 efeito da inoculação sobre esta variável.

712 Os valores de pH na abertura (pH0) diferiram para os três tipos de silagem ($P< 0,05$),
713 o milho reidratadas apresentou o pH mais elevado (4,03) em comparação as demais. A faixa de
714 pH para silagens de grãos reconstituídos é maior do que para silagem de grãos naturalmente
715 úmidos e varia de 4,0 a 4,5 (LOPES et. al., 2005). Ao avaliar os diferentes métodos de
716 reidratação de grãos secos de milho sobre a qualidade das silagens Lopes et al. (2005), e
717 verificaram pH entre 4,25 e 4,29 unidades. Enquanto que Silva et al. (2006), obtiveram valores
718 de pH de 3,96 unidades, para silagem de milho reidratado em substituição ao milho seco na
719 alimentação suínos em crescimento e terminação.

720 Foi estimado um pH médio das silagens de 3,99, corroborando com resultados obtidos
721 por Moraes et al. (2012), que obtiveram valores de pH médios para silagens de grãos úmidos de
722 3,91. Estes valores se encontram na faixa recomendada por McDonald (1981), 3,8 a 4,2, e
723 podem ser considerados indicativos de uma boa conservação da massa ensilada. Com isso,
724 constata-se que houve adequada acidificação, com inibição de fermentações secundárias, o que
725 demonstra que as silagens independente dos tratamentos, estavam aptas ao consumo (MUCK,
726 2010).

727 Não houve efeito ($P>0,05$) do tempo de abertura (15 e 45 dias) sobre os valores de
728 pH0 das silagens. Como também não houve efeito da inoculação sobre o pH0 ($P>0,05$), os
729 valores obtidos são considerados adequados indicativos de uma boa fermentação. A ausência de
730 efeito da inoculação pode ser associada a população da microbiota epífita do grão, que
731 possivelmente tenha sido suficiente para garantir boa fermentação, o que causou um
732 comportamento similar ao dos tratamentos com inoculação (ÍTAVO et. al., 2006).

733 Após 24 horas da abertura os valores de pH se mantiveram estabilizados, e não
734 apresentaram diferença ($P<0,05$) entre as cultivares de milho, o que permite inferir que as
735 silagens ainda não estavam deterioradas. Entretanto de acordo com Jobim et al. (2003) a maioria
736 das silagens de grãos úmidos deterioram com menos de 24 horas após a exposição ao oxigênio.
737 A deterioração aeróbia da silagem acarreta em aumento do pH, e possibilita o desenvolvimento
738 de leveduras e fungos filamentosos e conseqüentemente queda na qualidade.

739 Não houve efeito do período de abertura sobre o pH após 24 horas da de exposição
740 aeróbica. A inoculação não influenciou ($P>0,05$) os valores de pH após as 24 horas de
741 exposição aeróbica.

742 A AT apresentou interação ($P<0,05$), as SGUM doce apresentaram os maiores índices
743 (Tabela 5), provavelmente pelo fato dos híbridos de milho doce conter elevado teor de açúcares
744 solúveis, cerca de 9 a 14% (SOUZA et. al., 2013), estes nutrientes podem ter servido de
745 substrato para as bactérias epífitas do grão para a formação de ácido láctico, o que acarretou em
746 maior acidez titulável.

747 Houve efeito do tipo de milho para os coeficientes de digestibilidade avaliados, a
748 variedade Fortuna Epagri[®] apresentou os melhores ($P<0,05$) CDMS, CDEB, CMEB, CDMO
749 (Tabela 6). Enquanto que os híbridos de milho doce apresentaram coeficientes com valores mais
750 baixos, o que pode ser justificado pelo maior teor de FDN e FDA das silagens de milho doce.
751 Segunda Chiba (2001), o teor de fibra dos alimentos para suínos é inversamente proporcional ao
752 coeficiente de digestibilidade e energia digestível. Resultados similares ao deste estudo foram
753 obtidos por Pozza et al. (2010), que ao determinar os valores energéticos de SGUM, verificaram
754 uma redução nos coeficientes de digestibilidade e nos valores de energia digestível quando as
755 silagens apresentavam em sua composição química elevado teor de FDN e FDA.

756 O CDMS da silagem de milho Fortuna Epagri[®] foram de 89,35%%, valores próximos
757 foram obtidos por Lohaman et al. (2010), que observaram um CDMS de 90,30% em silagens
758 úmidas para leitões. Os coeficientes de digestibilidade obtidos para a MS das silagens do milho
759 Fortuna Epagri[®] foram superiores aos coeficientes obtidos para o milho seco apresentados por
760 Silva et al. (2005), de 85,7% e 87,45% encontrados por Moreira et al. (2001). Provavelmente
761 os resultados estão associados à teoria proposta por Oliveira et al., (2004), de que os ácidos
762 orgânicos produzidos no processo fermentativo diminuem o pH do alimento no trato
763 gastrointestinal dos animais, que resulta em melhora na sanidade do intestino e redução da taxa
764 de esvaziamento gástrico, o que acarreta em um aumento na digestibilidade dos nutrientes da
765 dieta.

766 Não houve efeito ($P>0,05$) do tipo de milho e da inoculação sobre os CDPB e CMPB.
767 Da mesma forma que para as outras variáveis não houve efeito da inoculação ($P>0,05$). De
768 acordo com Kung Jr. et al. (2003), algumas hipótese podem ser apontadas para o insucesso da
769 inoculação em silagens, como a atividade competitiva de população epífita da planta originada a
770 partir de cepas selvagens, o baixo teor de açúcares da forragem, os efeitos do antecedente
771 histórico da cultura agrícola utilizada como fonte de forragem, excesso de oxigênio, extremos
772 de atividade de água na massa ensilada, problemas na aplicação do produto.

773 Aplicando os coeficientes obtidos ao teor de energia bruta foram obtidos os valores de
774 ED em 88% da MS para os diferentes tipos de milho (Tabela 7), os valores médios de ED das
775 silagens de milho Fortuna independente do tratamento, foram em torno de 3,5 Mcal/kg MS,
776 valores próximos ao encontrados por Silva et al. (2006), que obtiveram cerca de 3,5 Mcal/kg
777 MS.

As silagens de milho doce Tropical apresentaram valores médios de ED de 3,45 Mcal/kg em 88% de MS, e cerca de 3,41 Mcal/kg MS de EM (Tabela 7), Vieira Neto et al. (2009), obtiveram valores médios de ED de 3,92 Mcal/kg MS em silagens de grãos úmidos de milho, Enquanto que Pozza et al. (2010), obtiveram valores médios de EM de 3,50 Mcal/Kg MS. Segundo Lima et al. (1999), a fermentação anaeróbia da silagem de grãos úmidos de milho propicia um produto com alto valor energético para os suínos.

Ao se comparar com outros alimentos alternativos para leitões desmamados as silagens do presente estudo apresentaram valores superiores em relação, por exemplo, a silagem de mandioca (1,6 Mcal/kg de ED, SILVA et. al., 2008), silagem de sorgo baixo tanino (3,46 Mcal/kg de ED em 88% de MS, PATRICIO et. al., 2006).

CONCLUSÕES

As inoculações não promoveram alterações nas características das silagens de grãos úmidos de milho, e nos coeficientes de digestibilidade e metabolização das silagens. As silagens de milho doce demonstraram os maiores teores de acidez titulável.

A variedade Fortuna apresentou melhores coeficientes de digestibilidade que o milho doce. O milho SCS 154 Fortuna Epagri® apresentou 3,53 Mcal/kg MS de Energia Digestível, e 3,45 Mcal/kg MS de Energia Metabolizável. O híbrido de milho doce Tropical Syngenta® apresentou 3,45 Mcal/kg MS de Energia Digestível e 3,41 Mcal/kg MS de Energia Metabolizável.

AGRADECIMENTOS

Ao colégio agrícola Demétrio Baldissera, Chapecó-SC, por permitir a realização do trabalho.

A Vitamix Nutrição Animal, pelo fornecimento de parte dos ingredientes e núcleos utilizados para elaboração das rações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis. 12. Ed. Washington: **Association of Analytical Chemists**, p.1094, 1995.
- ARAÚJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V. Qualidade fisiológica de sementes de milho doce colhidos em diferentes épocas. **Revista Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.687-682, 2006.
- CASTRO, V. S.; BERTO. D.A.; NETO TRINDADE, M.A.; BIAGGIONI, M.A.M.; WECHSLER, FRANCISCO STEFANO.; SILVA, A.M.R. Formulação de rações para leitões com base nos nutrientes digestíveis da silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.10. p.1914-1920, 2009.
- CHIBA, I.L. Protein supplements In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Eds.) **Swine nutrition**. Washington, D.C. p.803-837, 2001.

- 814 HOEDTKE, S.; ZEYNER, A. Comparative evaluation of laboratory-scale silages using standard
815 glass jar silages or vacuum-packed model silages. **Journal of the Science of Food and**
816 **Agriculture**, Malden, v.91, p. 841–849, 2011.
- 817 ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.;
818 ALBERTINI, T.Z.; COSTA, C.; LEMPP, B.; JOBIM, C.C. Padrão de fermentação e composição
819 química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação
820 microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.655-664, 2006.
- 821 JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na Alimentação de
822 bovinos leiteiros. In: **V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e**
823 **Leite**. Goiânia – Goiás, maio 2003. p. 357-376.
- 824 JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, L.R.A. Avaliação das
825 silagens de grãos úmidos de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília,
826 v.32, n.3, p.311-31, 1997.
- 827 JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na
828 avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36,
829 suplemento especial, p.101-119, 2007.
- 830 KUNG JR., L.; TAYLOR, C.C.; LYNCH, M.P.; NEYLON, J.M. The effects of treating alfalfa
831 with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value
832 for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, n. 1, p.336–343, 2003.
- 833 LIMA, G.J.M.M.; SOUZA, O.W.; BELLAYER, C.; BRANDALISE, V.H.; VIOLA, E.S.; LA
834 GIÓIA, D.R. Composição química e valor energético de silagem de grão de milho para suínos.
835 Comunicado Técnico. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, v. 240, p. 1-2. 1999.
- 836 LOPES, A.B.R.C.; BIAGGIONI, M.A.M.; BERTO, D.A.; SARTORI, J.R.; BOFF, C.E.
837 Métodos de reconstituição da umidade de grãos de milho e a composição química da massa
838 ensilada. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.21, n.1, p. 95 -101, 2005.
- 839 LOHMANN, A.C.; POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; POZZA, M.S.S.; VENTURI, I.;
840 PASQUETTI, T.J. Digestibilidade da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes
841 granulometrias para suínos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**,
842 Minas Gerais, v.62, n.1, p.154-162, 2010.
- 843 MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. The metabolizable energy of feed
844 ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, Florida, v.7,
845 p.3-11, 1965.

- 846 MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G.C.; FURLAN, A.C.; PATRICIO, V.M.I.; MARCOS JUNIOR,
847 M.; Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche
848 digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 440-448,
849 2001.
- 850 MORAIS, M.G.; ÍTAVO, C.C.B.F.; ÍTAVO, L.C.V.; et al.; Inoculação de silagens de grãos
851 úmidos de milho, em diferentes processamentos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção**
852 **Animal**, Salvador, v.13, n.4, p.969-981, 2012.
- 853 MCDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 207 p. 1981.
- 854 MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de**
855 **Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.183-191, 2010. Supl.
- 856 OLIVEIRA, R.P.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; FRAGA, A.L.; BASTOS, A.O. Valor
857 nutritivo e desempenho de leitões alimentados com rações contendo silagem de grãos úmidos de
858 milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, p. 164-156, 2004.
- 859 PATRICIO, V.M.I.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; MARTINS, E.N.; JOBIM, C.C.; COSTA,
860 C. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de
861 taninos para leitões na fase de creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4,
862 p.1406-1415, 2006.
- 863 PEKAS, J.C. Versatile swine labotary apparatus for physiologic and metabolic studies.
864 **Journal of Animal Science**, v.2, n.5, p.1303-1306, 1968.
- 865 POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; POZZA, M.S.S.; RICHART, S.; SCHUMACHER, G.C.;
866 OLIVEIRA, F.G. Determinação e predição de valores energéticos de silagens de grãos úmidos
867 de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 226-232, 2010.
- 868 RABELO, S.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; RABELO, F.H.S.; SENEDESE, S.S.;
869 VIEIRA, P.F.; BARBOSA, L.A.; CARVALHO, A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia
870 de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes estádios de
871 maturidade. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3, p.656-668 ,
872 2012.
- 873 RANJIT, N. K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacilos buchneri*, *Lactobacilos plantarum*, or
874 a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of**
875 **Dairy Science**, v. 83, n. 3, p. 526-535, 2000.

- 876 RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; LIMA, F.R.; MELOTTI, L.;
 877 MEYER, P.M. Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e
 878 nutricional da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.538-545,
 879 2004.
- 880 ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. **Tabelas Brasileiras**
 881 **para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Universidade
 882 Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. 3. ed. – Viçosa, MG, 254p. 2011.
- 883 SAKOMURA, N.K; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogásticos**.
 884 Fundação de apoio à pesquisa, ensino e extensão (Funep). Jaboticabal: FUNEP, 2007. 283p.
- 885 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C **Análise de alimentos métodos químicos e biológicos**.
 886 3d.Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 35p.
- 887 SILVA, A.A; MARQUES, B.M.F.P.P.; HAUSCHILD, L.; GARCIA, G.G.; LOVATTO, P.A.
 888 Digestibilidade e balanços metabólicos da silagem de grãos úmidos de milho para suínos.
 889 **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p. 877-882, 2005.
- 890 SILVA, M.A.A.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; JOBIM, C.C.;BARCELLOS,
 891 C.G. Avaliação nutricional do milho com maior teor de óleo, nas formas de grãos secos e
 892 silagens, para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
 893 Viçosa, v.35, n.3, p.830-839, 2006.
- 894 SILVA, M.A.A.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; PAIANO, D.; SCHERER, C.; MARTINS,
 895 E.N. Avaliação nutricional da silagem de raiz de mandioca contendo soja integral para leitões
 896 na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1441-1449, 2008.
- 897 SOUZA, R.S.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; QUEIROZ,
 898 D;C.;OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; CORTINOVE, V.B. Produtividade e qualidade do
 899 milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34,
 900 n. 3, p. 995-1010, 2013.
- 901 TOFOLI, C.A.; BERTO, D.A.; TSE, M.L.P.; WECHSLER, F.S.; SILVA, A.M.R.; TRINDADE
 902 NETO, M.A. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes teores
 903 de óleo para leitões na fase de creche. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e**
 904 **Zootecnia**, Belo Horizonte, v.58, n.6, p.1206-1213, 2006.
- 905 TSE, M.L.P.; BERTO, D.A.; TOFOLI, C.A.; WECHSLER, F.S.; .; TRINDADE NETO,
 906 M.A. Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem

907 para leitões na fase de creche. **Arquivos Brasileiros de de Medicina Veterinaria e Zootecnia**,
908 Belo Horizonte, v.58, n.6, p.1214-1221, 2006.

909 VIEIRA, N.J.;CANTARELLI.; FIALHO, E.T.; ZANGERONIMO, M.G.; AMARAL,N.O.;
910 RODRIGUES, P.B. Evaluation of different corn textures in dry grain or silage forms for piglets
911 from 7 to 15 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.9, p.1757-1761, 2009.

912 WEINBERG, Z.G.; SHATZ, O.; CHEN, Y.;YOSEF, E.; NIKBAHAT, M.; BEN-GHEDALIA,
913 D.; MIRON,J. Effect of lactic acid bacteria inoculants on in vitro digestibility of wheat and corn
914 silages. **Journal of Dairy Science**, New York, v.90, n.10, p.4754-4762, 2007.

915

916

917 Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), fibra em
 918 detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e densidade de compactação dos
 919 grãos úmidos de milho Fortuna, milho doce e milho reidratado em função do uso ou não de
 920 inoculantes bacteriano e bacterianos + carboidratases antes da ensilagem

	MS %	MO %	PB %	FDN	FDA	Densidade (kg/m ³)
Tipos de milho						
Fortuna ¹	62,19	98,74	10,70	7,59	1,74	1,24
Doce ²	60,33	98,10	10,90	17,34	4,89	1,16
Reidratado ³	65,51	97,49	9,70	7,59	1,74	não avaliado

921 ¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ²Silagem de grãos úmidos de
 922 milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado

923

924

925

926

927

928

929

930

931

932

933

934

935

936

937

938

939

940

941

942

943

944

945

946

947

948

949

950

951

952

953

954

955

956

957 Tabela 2. Composição percentual da ração referencia

Ingredientes	%
Milho	49,18
Farelo de soja	29,00
Óleo de soja	2,45
Soro de leite	14,00
Açúcar	2,00
Calcário	1,05
Fosfato bicálcio	0,61
Sal comum	0,35
L-Lisina	0,39
DL-Metionina	0,15
L-Treonina	0,07
Tylosina	0,10
Premix	0,65
Valore Calculados	
EB (Mcal/kg) ¹	4,27
EM (Kcal/kg) ²	3,30
MS % ¹	89,91
MO% ¹	96,00
PB % ¹	21,83
PB % ²	19,26
Cálcio % ²	0,73
P disponível % ²	0,30
Sódio % ²	0,30
Met+ cist. Dig. % ²	0,70
Lisina Dig. % ²	1,27
Triptofano Dig. % ²	0,21
Treonina Dig. % ²	0,75
Valina Dig. % ²	0,74
Isoleucina Dig. % ²	0,78
Arginina Dig. % ²	1,14

958 1-Valores analisados conforme metodologias de Silva e Queiroz (2002); 2-Valores calculados
959 com base na composição química e coeficientes de digestibilidade propostos por Rostagno et.
960 al. (2011).

961

962

963

964

965

966

967

968

969 Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em
 970 detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) das silagens úmidas de milho
 971 Fortuna, milho doce e milho reidratado em função do uso ou não de inoculantes bacteriano e
 972 bacterianos + carboidratases em dois tempos de abertura (15 ou 45 dias)

	MS %	MO %	PB %	FDN	FDA
Tipo de milho					
Fortuna ¹	62,10b	98,41a	10,60b	Não avaliado	
Doce ²	58,35c	97,82b	11,30a		Não avaliado
Reidratado ³	63,69a	98,34a	10,59b		
Efeito	<0,05	<0,05	<0,05		
Tempo de abertura (dias)					
15	61,99	98,15	10,66		
45	61,61	98,29	10,92		
Efeito	0,09	0,051	<0,05		
Inoculações					
Sem inoculante	61,65b	98,29a	10,78		
Com inoculante	62,20a	98,32a	10,77		
Inoculante+ carboidratases	61,56b	98,04b	10,82		
Efeito	<0,05	<0,05	ns		
Interações					
Tratamento* milho	0,2	0,3	ns		
Tratamento* abertura	0,1	ns	ns		

973 *Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Scott knott (P<0,05)

974 ¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ² Silagem de grãos úmidos de
 975 milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado.

976

977

978

979

980

981

982

983

984

985

986

987

988

989

990 Tabela 4. Percentual de perda de material seca (PMS), acidez titulável (AT) e valores de pH as 0
 991 e 24 horas após a abertura das silagens de grãos úmidos de milho Fortuna, milho doce e milho
 992 reidratado, com inoculação bacteriana, inoculação bacteriana e carboidratases, sem inoculação,
 993 em dois tempos de aberturas (15 e 45 dias).

	PMS,%	AT	PH0	PH24
Médias gerais	4,14	16,12	3,99	4,29
Tipos de Milho				
Fortuna ¹	1,80 b	16,98	3,97 b	3,95
Doce ²	8,41 a	22,37	3,96 b	3,97
Reidratado ³	2,98 b	11,85	4,03 a	4,69
Efeito	<0,01	ns	<0,01	0,06
Tempo de abertura (dias)				
15	3,94	15,05	4,00	4,74
45	4,34	17,19	3,99	3,84
Efeito	ns	<0,01	ns	<0,01
Inoculantes				
Sem inoculante	4,04	17,17	4,00	4,5
Com inoculante	4,05	15,69	4,01	4,42
Inoculante+ carboidratases	4,33	15,5	3,97	3,95
Efeito	ns	ns	0,17	0,24
Análises das interações				
Tratamento*Milho	0,16	0,04	ns	ns
Tratamento*abertura	ns	0,06	ns	ns

994 *Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Duncan (P<0,05);
 995 ¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ² Silagem de grãos úmidos de
 996 milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado.

997
 998
 999
 1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008

1009 Tabela 5. Desdobramento das interações em função da acidez titulável (AT) das silagens de
 1010 grãos úmidos de milho Fortuna, milho doce e milho reidratado, com inoculação bacteriana,
 1011 inoculação bacteriana e carboidratases, sem inoculação.

	Fortuna ¹	Doce ²	Reidratado ³
Sem inoculante	16,48 b	23,33 a	13,89 c
Com inoculante	17,45 b	21,83 a	10,95 d
Inoculante+carboidratases	17,02 b	21,95 a	10,72 d

1012 *Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Duncan (P<0,05);

1013 ¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ² Silagem de grãos úmidos de
 1014 milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado.

1015

1016

1017

1018

1019

1020

1021

1022

1023

1024

1025

1026

1027

1028

1029

1030

1031

1032

1033

1034

1035

1036

1037

1038

1039

1040

1041

1042

1043

1044

1045

1046 Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade aparente e de metabolização das silagens de grãos
 1047 úmidos de milho Fortuna sem inoculantes e com inoculantes (EPSE e EPCO) e das silagens de
 1048 grãos úmidos de milho doce sem inoculantes e com inoculantes (DOSE e DOCO)

	CDMS	CDEB	CMEB	CDPB	CMPB	CDMO
Silagens						
EPSE	90,35	89,57	87,58	86,07	77,86	90,7
EPCO	88,35	86,1	84,08	82,29	81,86	88,88
DOSE	77,50	77,47	76,46	82,39	79,33	78,7
DOCO	79,36	78,39	77,73	88,04	86,79	79,98
Inoculantes						
Sem inoculante	83,92	83,52	82,02	84,23	78,59	84,7
Com inoculante	83,85	82,25	80,91	85,17	84,32	84,43
Tipos de milho						
Fortuna Epagri	89,35	87,83	85,83	84,18	79,86	89,79
Tropical Syngenta	78,43	77,93	77,10	85,22	83,06	79,34
Análises das interações						
Interações	ns	ns	ns	0,31	ns	ns
Efeito do inoculante	0,23	0,12	0,24	ns	ns	0,22
Efeito do milho	<0,01	<0,01	<0,01	ns	ns	<0,01

1049 Médias comparadas pelo teste de Scott Knott 5 % de significância

1050

1051

1052

1053

1054

1055

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063

1064

1065 Tabela 7. Valores de energia digestível (ED) das silagens de grãos úmidos milho Fortuna sem
 1066 inoculantes e com inoculantes (EPSE e EPCO) e das silagens de grãos úmidos de milho doce
 1067 sem inoculantes e com inoculantes (DOSE e DOCO)

Energia digestível (Mcal/kg MS)			
EPSE	EPCO	DOSE	DOCO
3,60	3,45	3,43	3,46
Energia Metabolizável (Mcal/kg MS)			
EPSE	EPCO	DOSE	DOCO
3,52	3,37	3,39	3,44

1068 Corrigidos para 88% de MS

1069

1070

1071

1072

1073

1074

1075

1076

1077

1078

1079

1080

1081

1082

1083

1084

1085

1086

1087

1088

1089

1090

1091

1092

CAPITULO III

Artigo elaborado segundo adaptação das normas da Revista Semina: Ciências Agrárias.

ESTABILIDADE DE SILAGEM DE GRÃOS UMIDOS DE MILHO E MILHO REIDRATADO

Stability of silage grain wet corn and corn rehydrated

Camilla Mendonça Silva⁴

Diovani Paiano³

Pedro Nelson César do Amaral⁴

RESUMO: Este trabalho foi realizado para avaliar as características fermentativas e a estabilidade aeróbica das silagens de grãos úmidos de milho convencional, milho doce e milho reidratado. Foi utilizado um delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3X3X2, com três tipos de milho (milho Fortuna, Milho doce e milho reidratado); três tratamentos (sem inoculação; com inoculação bacteriana; inoculação bacteriana + carboidratases); e em dois tempos de abertura (aos 15 e 45 dias). Foram avaliados os valores de pH com 48, 72, 96, 168, 192, 216, 240 e 296 horas de exposição aeróbica. A estabilidade aeróbica foi calculada como o tempo necessário, em horas, para a massa da silagem se iguale a temperatura do bulbo seco (TBS) e se eleva acima de 2, 5 e 10°C em relação à TBS. Foram elaborados curvas de regressão a partir da elevação da temperatura, em que as temperaturas foram mensuradas a cada 6 horas por 288 horas (12 dias). As silagens de milho doce apresentaram a menor taxa de perda na estabilidade aeróbica que as demais silagens, e melhor padrão de conservação com elevados valores de pH após 72 de exposição ao ar. As silagens com tempos de abertura aos 45 dias foram mais estáveis. A equação de Richard (1959) foi a que melhor estimou os valores de pH e a elevação da temperatura da massa ensilada, diferiram para cada tratamento e foram melhor ajustadas com as equações quadráticas.

PALAVRAS-CHAVE: inoculante; grão úmido; estabilidade aeróbica; pH; tempo de abertura; milho doce.

³ Universidade do Estado de Santa Catarina; Departamento de Zootecnia; Chapecó, Santa Catarina, Brasil. E-mail: diovani@hotmail.com

⁴ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Unidade Aquidauana; Departamento de Zootecnia; Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: pnelson@uems.br

⁴ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Unidade Aquidauana; Departamento de Zootecnia; Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil. E-mail: camillamsa@bol.com.br

ABSTRACT: The objective of this work was to assess the fermentative characteristics and aerobic stability of silages of high moisture conventional corn grain, sweet corn and rehydrated corn. A completely randomized design in a 3x3x2 factorial scheme was used, with three types of corn (Fortuna; sweet corn; rehydrated corn); three inoculations (no inoculant; with bacterial inoculant; with bacterial inoculant + carbohydratases); in two opening times (15 and 45 days). pH values were assessed at 48, 72, 96, 168, 192, 216, 240 and 296 hours of aerobic exposure. Aerobic stability was calculated as the time necessary, in hours, for the silage mass to equal its temperature to the dry bulb temperature (TBS) and then raises above 2, 5 and 10°C in relation to TBS. Regression curves were elaborated from the elevation of temperature, in which temperatures were measured every 6 hours for 288 hours straight (12 days). Sweet corn silages presented the slowest loss rate of aerobic stability when compared to the other silages, and better conservation patterns, with elevated pH values after 72 hours of air exposure. The silages with opening times of 45 days were more stable. The equation of Richard (1959) was the one which best estimated pH values, and the increase of temperature of silage mass differed for each treatment and were better adjusted with the quadratic equations.

KEY WORDS: inoculant; wet grain; aerobic stability, pH, time of opening; sweet corn.

INTRODUÇÃO

A conservação de grãos de cereais por meio da ensilagem permite manter as características nutricionais próximas ao material original por meio da fermentação anaeróbica, no momento de abertura do silo. Na abertura o ambiente que se encontrava anaeróbio passa a ser aeróbio e os organismos que estavam em dormência na ausência de oxigênio multiplicam-se rapidamente, com a intensa atividade metabólica, geração de calor e consumo os nutrientes (AMARAL et. al., 2008).

Em contato com o oxigênio a silagem recebe intensa atuação de microrganismos deterioradores, principalmente de leveduras e fungos, estes consomem os açúcares solúveis e ácidos orgânicos produzidos no processo de fermentação, o que resulta em aumento de pH da massa, perdas de massa seca e redução no valor nutricional (SIQUEIRA et. al., 2007; MUCK, 2010). A deterioração aeróbia não esta relacionada somente com as perdas de MS, pois, além das leveduras e fungos filamentosos, algumas espécies de bactérias como clostrídeos, bacilos e listeria podem influenciar nos aspectos ligados à sanidade da silagem (BASSO et. al., 2012).

Um fator limitante no uso das silagens é a sua estabilidade aeróbica, pois as silagens passam por vários graus de deterioração aeróbia antes e durante o fornecimento aos animais, portanto o fornecimento de silagem deteriorada pode resultar em redução da ingestão e performance do animal (DOLCI et. al., 2011).

A estabilidade aeróbia da silagem é definida como o tempo observado para que a massa de forragem retirada do silo apresente elevação de temperatura em 2° C, em relação à temperatura ambiente (JOBIM et. al., 2003). O tempo necessário para o aquecimento da fatia de corte do silo depende de fatores como: concentração de microrganismos aeróbios, tempo de exposição, características das silagens e da temperatura ambiente, assim crescentes períodos de exposição ao ar após a abertura dos silos afetam o valor nutricional das silagens de milho por meio de aumento nas proporções de fibra em detergente neutro e lignina com diminuição dos carboidratos estruturais (VELHO et. al., 2006).

Fermentações indesejáveis e perdas excessivas de matéria seca após a abertura do silo serão mais intensas, quanto maior for a qualidade da silagem e umidade do material, bem como a temperatura ambiente, umidade do ar e tempo de exposição (SANTOS et. al., 2010). Portanto, estratégias como utilização de inoculantes bacterianos são estudadas como alternativas para controlar a estabilidade aeróbia das silagens (BASSO et. al., 2012).

Neste estudo, foi avaliada a estabilidade aeróbica de silagens de grãos úmidos de milho doce, silagens de grãos úmidos de milho Fortuna e silagem de grãos de milho secos reidratados submetidos à inoculação bacteriana e inoculação bacteriana + carboidratases.

MATERIAS E METODOS

Foram utilizados o híbrido Milho Doce (Tropical Syngenta) e a variedade SCS 154 Fortuna da EPAGRI, e milho comum reidratado. As variedades de milho utilizadas no experimento foram produzidas na Fazenda Experimental do Centro de Educacional do Oeste/UEDESC, no município de Guatambu-SC na safra 2011/2012, enquanto que os grãos de o milho seco foram adquiridos no comércio local de Chapecó-SC.

Para a colheita, a umidade foi monitorada diariamente e milho foi colhido com aproximadamente 65% de matéria seca. A colheita foi manual, e posteriormente os grãos foram debulhado em trilhadeira, triturado em moinho de facas/martelos (Modelo M 609/Maqtron), com seis marteletes, duas facas, motor de 2 CV e 3600 rotações por minuto (RPM) em peneira de 12 mm de diâmetro dos furos.

Após a colheita ou reidratação os milhos foram fracionados em três partes e cada parte recebeu um dos diferentes tratamentos, sem inoculação microbiana (tratamento controle), com inoculação microbiana e com inoculação microbiana mais carboidratases. O inoculante foi adicionado nas SGUM no momento da ensilagem, por aspersão de acordo com as recomendações do fabricante. O inoculante microbiano utilizado era de composto por *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus lactis*, *Bacillus subtilis* e dextrose em uma concentração de 1,667

X10⁹ UFC/g. A silagem com inoculante + complexo enzimático era composto com as cepas semelhantes mais as carboidratases.

As silagem naturalmente úmidas foram acondicionadas em mini silos, confeccionados em baldes plásticos com capacidade de armazenamento de 20 litros, munidos com válvulas tipo “Bunsen” para o escape dos gases produzidos durante a fermentação, conforme a metodologia preconizados por Jobim et al. (2007). Para o milho reidratado foram utilizados silos experimentais confeccionados em sacos de polietileno fechados a vácuo, com capacidade para dois litros, de acordo com a metodologia sugerida por Hoedtke & Zeyner (2011). Todos os silos foram devidamente vedados e armazenados até o período das respectivas aberturas. Os silos foram pesados no momento do enchimento e da abertura, a fim de estimar as perdas de matéria seca durante o processo fermentativo.

Adotou-se um delineamento em esquema fatorial 3X3X2, três tipos de milho, três inoculações, e dois tempos de abertura, com três repetições cada para os tratamentos do milho Fortuna e Doce, e cinco para o tratamento de milho reidratado, os quais totalizaram 66 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de três tipos de milho: Fortuna, Doce e milho reidratado; três inoculações: sem inoculante, com inoculante bacteriano, e inoculante bacteriano + carboidratases; em dois diferentes tempos de abertura (aos 15 e 45 dias).

Imediatamente após a abertura dos silos, todo o conteúdo de silagem foi retirado e homogeneizado, e acondicionados em baldes plásticos que foram acomodados em uma sala fechada com temperatura ambiente, para a avaliação da estabilidade aeróbica. A análise da estabilidade aeróbica foi realizada com base na diferença entre a temperatura da silagem e a temperatura do bulbo seco (TBS), na qual foi analisado o tempo (horas) necessárias para a temperatura do silo se igualar a temperatura de bulbo seco, e se elevar em 2 (dois), 5 (cinco) e 10°C acima da temperatura do bulbo seco (TBS), de acordo com a metodologia sugerida por Kung et al. (2003).

Paralelamente foram mensuradas as temperaturas da silagem a cada seis horas ao longo de 12 dias, por meio de conjunto de termopares, acoplados no centro geométrico da massa de silagem. Foi estabelecido um sistema automatizado de coleta, no qual foram mensuradas diferença entre a temperatura da silagem e a temperatura do bulbo seco, para avaliar a curva de elevação de temperatura.

Após 48 horas de exposição aeróbica procedeu-se a determinação dos valores pH diariamente até as 296 horas, de acordo com as metodologias preconizadas por Silva & Queiroz (2002). Com os valores de pH ao longo dos dias de exposição aeróbica foram elaboradas equações sigmóides conforme a metodologia proposta por Lima & Silva (2003), em que foram testadas os modelos de Gompertz (1825), Richards (1959), Haverkamp e Parlange (1986) e Morgan-Flodin (1975), dos quais o modelo que apresentou equações que minimizaram os erro quadrado entre as variáveis observadas e estimados foi de o modelo de Richards (1959). O

ajuste das equações dos modelos candidatos foi realizado por meio da ferramenta Solver do Excel no modo *evolutionary*, visto a complexidade das estimativas.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e energia digestível (ED) das silagens antes da ensilagem (Tabela 1), de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002).

Os demais dados foram analisados por meio do software SAEG (UFV, 2000), foi utilizado para comparação entre médias o teste Duncan, adotando-se 5% como nível de significância, exceto para os dados de estabilidade aeróbica, em que foi utilizado o teste de Scott Knott a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve efeito do tipo de milho sobre a elevação da temperatura ($P<0,05$), as silagens de milho doce apresentaram as menores perdas de estabilidade, é possível observar que para esta silagem a perda na estabilidade iniciou a partir de 46,7 horas após a exposição aeróbica (Tabela 2), cerca de 38,6 horas acima da variedade de milho reidratado, que iniciou a perda da estabilidade a partir de 8,1 horas após a exposição ao ar. É possível associar esta resposta ao teor de acidez titulável (Tabela 3), que foi maior para os grãos de milho doce, e ainda relaciona-lo a menor qualidade nutricional que este híbrido apresentou (Tabela 1), com um maior teor de FDN. Segundo Santos et. al. (2010), quanto maior for a qualidade da silagem e umidade do material, menor será a estabilidade aeróbica.

O aumento inicial da temperatura da biomassa em aerobiose é causado pelo crescimento de leveduras e fungos filamentosos, contudo, após algum tempo os bacilos que se tornam inativos quando o pH da silagem atinge valores acima de 5,0, causam o segundo aumento de temperatura do material (MUCK, 2010; RABELLO et. al., 2012).

A silagem de milho Fortuna ultrapassou 2°C da TBS após 33,3 horas (Tabela 2). De exposição ao ar. Gímenes et al. (2006), avaliaram a estabilidade aeróbica de silagens de milho, e observaram que as silagens ultrapassaram 2°C da temperatura ambiente após 25 horas de exposição aeróbica.

Os resultados do comportamento temporal dos silos ao longo das horas sobre os tipos de milho seguiram uma curva quadrática (Figura 1), a derivação das equações de regressão indicaram que a temperatura máxima atingida pelas SGUM doce (23,23°C) foi a 192 horas de exposição ao ar, para os demais tipos de milho, Fortuna e reidratado, as máximas foram estimadas às 168 horas de exposição ao ar, com temperaturas em torno de 22, 41 e 17,57°C respectivamente, após estes períodos já citados as temperaturas declinaram, fato que pode ter ocorrido pelo consumo dos nutrientes presentes na massa pelo microorganismos. Barbosa et al.

(2011), em um experimento para a avaliação da estabilidade aeróbica encontraram temperaturas máximas às 104 horas de exposição ao ar com 26,25°C

Em relação ao efeito dos dias de abertura sobre a elevação da temperatura dos silos (Figura 2), os coeficientes de regressão demonstram menor elevação de temperatura estimada para os silos com abertura aos 45 dias até a 130 horas de exposição aeróbica. As curvas apresentam o ponto de encontro às 144 horas de exposição aeróbica, com cerca de 19°C.

Nota-se que as silagens abertas com 45 dias alcançaram o pico de temperatura (21,03°C) às 168 horas de exposição ao ar. Enquanto que as silagens com aberturas aos 15 dias alcançaram o pico de temperatura (19,18°C) às 144 horas de exposição aeróbica. Pode-se sugerir que silagens armazenadas por mais tempo são mais estáveis quando expostas ao ar (CUSTÓDIO et al., 2012). Resultados semelhantes aos obtidos nesta pesquisa foram encontrados por Custódio et al. (2012), que ao avaliar os diferentes tempos de abertura para silagens de milho verificaram que a estabilidade aeróbica foi melhorada quando a abertura dos silos ocorreu aos 60 dias, com perda da estabilidade atingida às 52 horas, enquanto que os silos com abertura aos 15 dias alcançaram a perda de estabilidade às 34,86 horas. Provavelmente a fermentação que ocorreu após os 15 dias de ensilagem possibilitou melhor estabilização das silagens.

Os coeficientes de regressão quadráticos para os tratamentos com inoculantes estimaram menor elevação de temperatura para as silagens com inoculação bacteriana (Figura 3). Gimenes et al. (2006), obtiveram efeito positivo ao inocular com bactérias produtoras de ácido láctico silagens de milho, estes autores relatam que as silagens alcançaram a quebra de estabilidade a partir de 33 horas de exposição ao ar. Os produtos da fermentação das silagens inoculadas com bactérias homofermentativas, são menos estáveis quando expostas ao ar quando comparada as não inoculadas, isto ocorre porque o ácido láctico produzido por bactérias homoláticas pode ser prontamente metabolizado por microrganismos indesejáveis que atuam quando a biomassa é exposta ao ar (REIS et al., 2008).

Os valores de pH ao longo das horas de exposição aeróbica foram diferentes entre os tipos de milho ($P < 0,05$) para valores de pH as 48, 72 e 96 horas após a abertura. Apesar dos híbridos de milho doce em geral apresentarem um teor açúcares solúveis mais elevados, quando comparados com milho convencional (ZARATE & VIEIRA, 2003), a deterioração da massa ocorreu de maneira mais lenta, ao qual sugere que este híbrido de milho tenha maior teor de FDN e proporcionalmente menor quantidade de nutrientes disponíveis que as demais variedades. Ao mensurar os valores de pH as 48 horas de exposição ao ar para o milho doce (Tabela 3), verifica-se que a massa ensilada ainda estava em bom estado de conservação e apta ao consumo animal, pois os valores de pH (4,14 unidades de pH) obtidos estavam próximos do aos valores considerados indicativos de uma fermentação normal para silagens de grãos úmidos (3,8 a 4,2 unidades de pH) (KUNG & STOKES, 2002).

O modelo que melhor se ajustou aos coeficientes das equações que avaliaram o efeito dos tratamentos e dos diferentes dias de abertura sobre os valores de pH ao longo dos dias de exposição ao ar, foi proposto por Richard (1959), para descrever o crescimento de plantas ao longo do tempo (LIMA & SILVA, 2003). Este modelo não linear se adequa as variáveis estudadas, visto que, estas são relacionadas ao metabolismo biológico e seguem a Lei de rendimentos decrescentes, com o princípio de que o crescimento é uniformemente acelerado, alcança o ponto de inflexão e desacelera até chegar a zero (MACHADO et al., 2014). A partir deste preceito a curva gerada pelo modelo de Richards (1959) possui uma fase de crescimento auto acelerado (exponencial), um ponto de inflexão, e uma fase de crescimento auto inibido (monomolecular) (THORNLEY & FRANCE, 2007).

Na literatura há escassez de trabalhos que relacionem padrão fermentativo de silagens de grãos úmidos com os modelos matemáticos como propostos neste ensaio, o que dificulta a discussão dos dados. Portanto outros trabalhos com a avaliação de curvas de crescimentos sobre variáveis fermentativas foram utilizados.

Para determinar a estimativa cinética de fermentação ruminal e avaliar a produção de gases do farelo e da torta de babaçu, Farias et al. (2011), utilizou diferentes modelos de crescimento. Os autores concluíram que o modelo logístico bicompartimental apresentou menores valores ($P < 0,05$) para o quadrado do erro médio (QME) e o desvio médio absoluto (DMA) em relação ao de Gompertz. Enquanto que Mello et al. (2008), avaliaram a produção cumulativa de gases em silagens de girassol e milho, e observaram que o modelo Logístico bicompartimental apresentou maior de coeficiente de determinação e menor quadrado médio do resíduo, com isso concluíram que este modelo foi o que melhor se ajustou às curvas de produção cumulativa de gases nos substratos avaliados.

Para o efeito dos tratamentos com inoculantes, as equações de Richard (1959) embora com coeficientes diferentes, apresentaram pequena diferença entre os valores observados e estimados. Esta pequena diferença apresentada entre as curvas de pH das silagens, demonstra o baixo efeito da inoculação sobre esta variável. Ou pelo fato da microbiota epífita do grão tenha sido suficiente para garantir boa fermentação, o que causou um comportamento similar aos tratamentos com inoculação (ÍTAVO et. al., 2006). Ao avaliar o efeito da inoculação de bactérias homofermentativas e heterofermentativas sobre o padrão de fermentação de silagem de cana de açúcar, Siqueira et al. (2007) observaram efeito da inoculação homofermentativa sobre os valores de pH. Rodrigues et al. (2004), não evidenciaram efeito da inoculação em silagens de milho, entretanto verificaram pH de 4,07 para as silagens inoculadas com bactérias homofermentativas.

As silagens armazenadas por 45 dias (Figura 5), começaram a apresentar valores elevados ($> 4,5$) a partir de 48 horas de exposição aeróbica, possivelmente este pequeno atraso na elevação do pH em comparação aos silos armazenados por 15 dias, pode ser atribuído ao fato

dos silos armazenados por maior período de tempo estarem mais estáveis e pela boa fermentação ocorrida no período de anaerobiose (CUSTÓDIO et. al., 2012).

A variação do pH durante o período de exposição ao ar pode ser um indicativo prático de que a silagem está sendo deteriorada devido ao contato com o ar, o que demonstra maior susceptibilidade à deterioração (KUNG & STOKES, 2002).

A deterioração aeróbica é indesejada, principalmente porque esta associada com diminuição de consumo de matéria seca e redução da digestibilidade dos nutrientes pelos animais, além de influenciar os aspectos de sanidade da silagem. O contato com o ar pode ocorrer tanto durante o enchimento do silo, no armazenamento do material ou na etapa de utilização do material (WEINBERG et. al., 2011).

CONCLUSÕES

A inoculação não afetou a perda de estabilidade das silagens de grãos úmidos de milho e milho reidratado. Os silos com abertura aos 45 dias apresentaram melhor estabilidade aeróbica. As silagens de grãos úmidos de milho doce apresentaram a melhor estabilidade aeróbica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.6, p.977-983, 2008.

BARBOSA, L.A.; REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A. Estabilidade aeróbia de silagens de milho e soja exclusivas ou associadas. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v.27, n.4, 255-262, 2011.

BASSO, F.C.; LARA, E.C.; ASSIS, F.B.; RABELO, C.H.S.; MORELLI, M.; REIS, R.A. Características da fermentação e estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com *Bacillus subtilis*. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.4, p.1009-1019, 2012.

CUSTÓDIO, L. JUNGES, D.; BISPOL, A.W.; MORAES, J.M.M.; SÁ NETO, A.; ZOPOLLATTO, M.; SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G. Tempo de armazenamento afeta a estabilidade aeróbia de silagens de milho. In: **In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Brasília. 49ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, 2012.

DOLCI, P.; TABOCCO, E.; COCOLIN, L.; BORREANI, G. Microbial dynamics during aerobic exposure of corn silage stored under oxygen barrier or polyethylene films. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.77, n.21, p.7499-7507, 2011.

- 1373 FARIA, L.N.; VASCONCELOS, V.R.; CARVALHO, F.F.R.; SARMENTO, J.L.R. Avaliação
1374 dos modelos logístico bicompartimental e de Gompertz na estimativa da dinâmica de
1375 fermentação ruminal in vitro do farelo e da torta de babaçu (*Orbignya martiana*). **Arquivo**
1376 **Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.63, n.1, p. 136-142, 2011.
- 1377 GIMENES, A.L.G.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B.; PEREIRA, E.S.; RIBEIRO, E.L.A.;
1378 MORI, R.M. Composição química e estabilidade aeróbia em silagem de milho preparadas com
1379 inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.28, n.2, p.153-158,
1380 2006.
- 1381 HOEDTKE, S.; ZEYNER, A. Comparative evaluation of laboratory-scale silages using standard
1382 glass jar silages or vacuum-packed model silages. **Journal of the Science of Food and**
1383 **Agriculture**, Malden, v.91, p. 841–849, 2011.
- 1384 ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, M.G.; ÍTAVO, L.C.V.; SOUZA, A.R.D.L.; DAVY, F.C.A.;
1385 ALBERTINI, T.Z.; COSTA, C.; LEMPP, B.; JOBIM, C.C. Padrão de fermentação e composição
1386 química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação
1387 microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.655-664, 2006.
- 1388 JOBIM, C.C.; BRANCO, A.B.; SANTOS, G.T. **Silagem de grãos úmidos na Alimentação de**
1389 **bovinos leiteiros**. In: V Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos de Corte e Leite.
1390 Goiânia – Goiás, p. 357-376. 2003.
- 1391 JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na
1392 avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36,
1393 suplemento especial, p.101-119, 2007.
- 1394 KUNG JR., L.; STOKES, M.R. **Analyzing silages for fermentation end products**. Disponível
1395 em: <http://ag.ude.edu/departments/anfs/faculty/kung/.../analyzing_silages_for_fermentation.html> Acesso em: 24/
1396 setembro/2013.
- 1397 KUNG JR., L.; TAYLOR, C.C.; LYNCH, M.P.; NEYLON, J.M. The effects of treating alfalfa
1398 with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value
1399 for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n. 1, p.336–343, 2003.
- 1400 LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**. Teste e
1401 comparação de modelos matemáticos para o traçado de curvas granulométricas. Embrapa
1402 2003. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/569214>. Acesso em: 18/
1403 outubro/2013.

- 1404 MACHADO, S. A.; ZAMIN, N. T. ; NASCIMENTO, R. G. M. ; SANTOS, A. A. P. . Efeito
1405 das variáveis climáticas no crescimento mensal de espécies florestais em fase juvenil. **Revista**
1406 **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.0, n.0. 2014.
- 1407 MELLO, R.; MAGALHÃES, A.L.R.; BREDÁ, F.C.; REGAZZI, A.J. Modelos para ajuste da
1408 produção de gases em silagens de girassol e milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**.
1409 Brasília, v.43, n.2, p.261-269, 2008.
- 1410 MUCK, R.E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de**
1411 **Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.183-191, 2010. Supl.
- 1412 RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; *et al.* Perdas fermentativas e
1413 estabilidade aeróbia de silagens de milho inoculadas com bactérias ácido-láticas em diferentes
1414 estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.3,
1415 p.656-668, 2012.
- 1416 REIS, R.A.; ITURRINO-SCHOCKEN, R.P.; ALMEIDA, E.O.; JANUSCKIEWICZ, R.E.;
1417 BERNARDES, T.F.; ROTH, A.P.T. Efeito de doses de *Lactobacillus buchneri* “cepa ncimb
1418 40788” sobre as perdas nos períodos de fermentação e pós-abertura da silagem de grãos úmidos
1419 de milho. **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v. 9, n. 4, p. 923-934, 2008.
- 1420 RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; LIMA, F.R.; MELOTTI, L.;
1421 MEYER, P.M. Avaliação do uso de inoculantes microbianos sobre a qualidade fermentativa e
1422 nutricional da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.3, p.538-545,
1423 2004.
- 1424 SANTOS, M.V.F., GÓMEZ CASTRO, A.G., PEREA, J.M.; GARCIA, A.; GUIM, A.; PEREZ
1425 HERMÁNDEZ, M. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais.
1426 **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 59, (R), p. 25-43. 2010.
- 1427 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C **Análise de alimentos métodos químicos e biológicos**.
1428 3d.Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2002. 35p.
- 1429 SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.;
1430 BERNARDES,T.F.; AMARAL, R.C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos
1431 químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.
- 1432 THORNLEY, J. H. M. E FRANCE, J. **Mathematical models in agriculture: quantitative**
1433 **methods for the plant, animal and ecological sciences**. 2nd ed. Oxon, UK: CABI. 2007. 906 p.

- 1434 VELHO, J.P., MÜHLBACH, P.R.F., GENRO, T.C.M.; VELHO, I.M.P.H.; NÖRNBERG, J.L.;
1435 ORGIS, M.G.; KESSLER, J.D. Alterações bromatológicas nas frações dos carboidratos de
1436 silagens de milho "safrinha" sob diferentes tempos de exposição ao ar antes da ensilagem.
1437 **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, (supl.), p.1621-1628. 2006.
- 1438 ZÁRATE, N.A.H.; VIEIRA, M. do C. Produção do milho doce cv. Superdoce em sucessão ao
1439 plantio de diferentes cultivares de inhame e adição de cama de frango. **Horticultura Brasileira**,
1440 Brasília, v.21, n.1, p.05–09, março 2003.
- 1441 WEINBERG, Z.G.; KHANAL, P.; YILDIZ, C.; CHEN, Y.; ARIELI, A.; Ensiling fermentation
1442 products and aerobic stability of corn and sorghum silages. **Grassland Science**, Malden, v. 57,
1443 n.1, p. 46-50, 2011.
- 1444
- 1445
- 1446
- 1447
- 1448
- 1449
- 1450
- 1451
- 1452
- 1453
- 1454
- 1455
- 1456
- 1457
- 1458
- 1459
- 1460
- 1461
- 1462
- 1463
- 1464
- 1465
- 1466

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e densidade de compactação dos grãos úmidos de milho Fortuna, milho doce e milho reidratado em função do uso ou não de inoculantes bacteriano e bacterianos + carboidratases antes da ensilagem

	MS %	MO %	PB %	FDN	FDA	Densidade (kg/m ³)
Tipos de milho						
Fortuna ¹	62,19	98,74	10,70	7,59	1,74	1,24
Doce ²	60,33	98,10	10,90	17,34	4,89	1,16
Reidratado ³	65,51	97,49	9,70	7,59	1,54	não avaliado

¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ²Silagem de grãos úmidos de milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado

1490 Tabela 2. Estabilidade aeróbica de silagens de grãos úmidos de milho e milho reidratado com e
 1491 sem aplicação de inoculantes em diferentes tipos de milho ensilado.

Horas para ultrapassar a temperatura de bulbo seco				
Itens	0°C	2°C	5°C	10°C
Tipo de milho				
Fortuna ¹	29,5 b	33,3 b	36,8 b	40,3 c
Doce ²	46,7 c	52,5 c	57,7 c	62,8 b
Reidratado ³	8,1 a	15,5 a	17,9 a	20,7 a
Efeito	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tempo de abertura				
15 dias	16,6	20,6	23,6	26,7
45 dias	35,0	42,9	47,1	51,4
Efeito	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Inoculações				
Sem inoculante	20,5	26,9	30,5	34,6
Com inoculante	27,7	33,4	36,6	40,3
Inoculante+carboidratases	28,9	34,6	38,3	41,6
Efeito	0,14	0,15	0,2	0,32
Interações				
Milho* tratamento	0,07	0,07	0,09	0,12
Abertura* tratamento	0,1	0,15	0,15	0,12
CV	49,2	36,9	35,5	34,4

1492 *- Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem (P<0,05) pelo
 1493 teste de Skott Knott; ¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ²Silagem de
 1494 grãos úmidos de milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado.

1495

1496

1497

1498

1499

1500

1501

1502

1503

1504

1505

1506

1507 Tabela 3. Valores de pH após as 48, 72, 96, 168, 192, 216, 240 e 296 horas de exposição
 1508 aeróbica das silagens de grãos úmidos de milho e milho reidratado inoculadas ou não, em
 1509 diferentes tempos de abertura (15 e 45 dias).

	PH48	PH72	PH96	PH168	PH192	PH216	PH240	PH296
Médias gerais	5,23	6,01	6,34	6,56	6,60	6,53	6,55	6,55
Tipos de milho								
Fortuna ¹	5,51a	6,61b	7,10 a	7,11	7,04	7,02 a	6,90	6,97
Doce ²	4,14b	4,62b	5,40c	6,45	6,60	6,35 b	6,58	6,50
Reidratado ³	5,71a	6,49b	6,42b	6,29	6,34	6,35 b	6,33	6,34
Efeito	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Tempo de abertura								
15 dias	5,77	6,3	6,47	6,43	6,46	6,47	6,39	6,46
45 dias	4,69	5,72	6,22	6,69	6,74	6,59	6,71	6,65
Efeito	<0,01	<0,01	0,14	<0,01	<0,01	0,17	<0,01	<0,01
Inoculações								
Sem inoculante	5,31	6,12	6,47	6,56	6,52	6,52	6,47	6,52
Com inoculante	5,22	6,03	6,26	6,61	6,62	6,56	6,63	6,59
Inoculante+carboidratases	5,16	5,88	6,30	6,51	6,66	6,52	6,55	6,54
Efeito	ns	ns	ns	ns	0,12	ns	0,06	ns
Interações								
Trat.*milho	ns	ns	ns	<0,01	0,02	0,06	<0,01	0,03
Trat.*abert.	0,19	ns	ns	0,11	0,09	0,18	ns	0,09

1510 *Valores seguidos de letras diferentes na coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Duncan 5% de
 1511 significância; ¹Silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri®; ²Silagem de grãos
 1512 úmidos de milho Tropical Syngenta®; ³ Silagem de milho reidratado.

1513
 1514
 1515
 1516
 1517
 1518
 1519
 1520
 1521
 1522
 1523
 1524

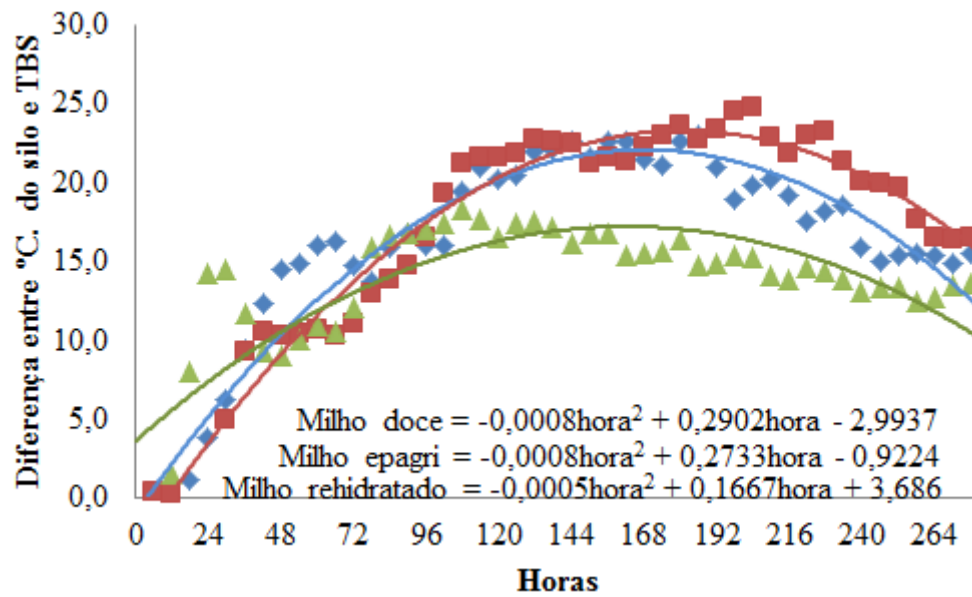


Figura 1- Comportamento temporal das massas em aerobiose com relação à temperatura sobre os tipos de milho Fortuna Epagri, Milho doce e milho reidratado, ajustadas por meio de equações quadráticas.

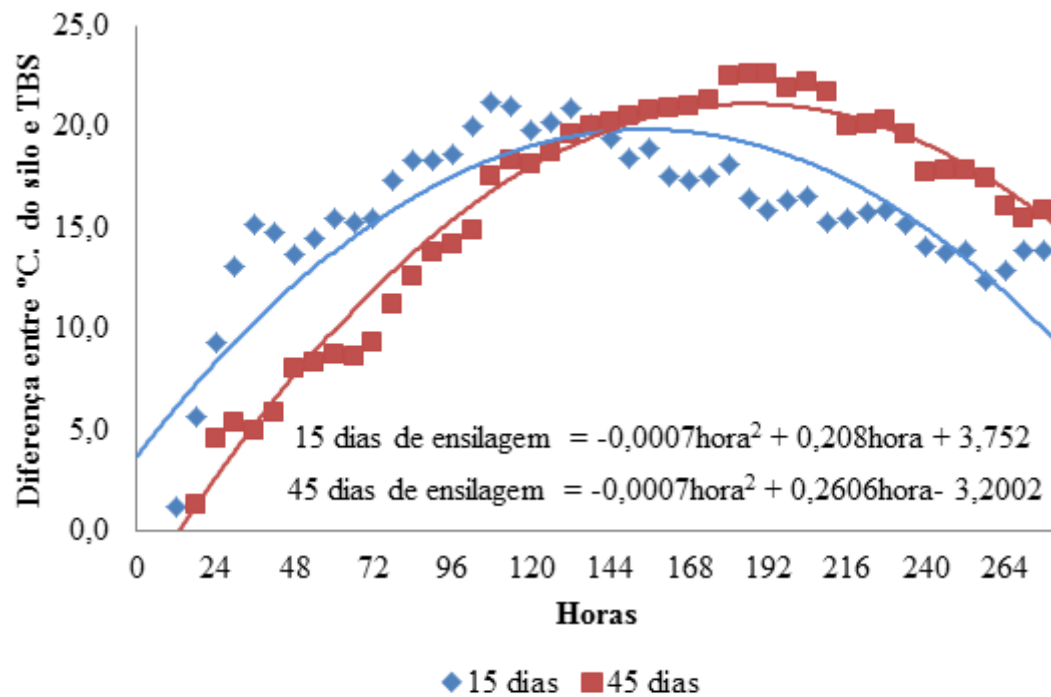
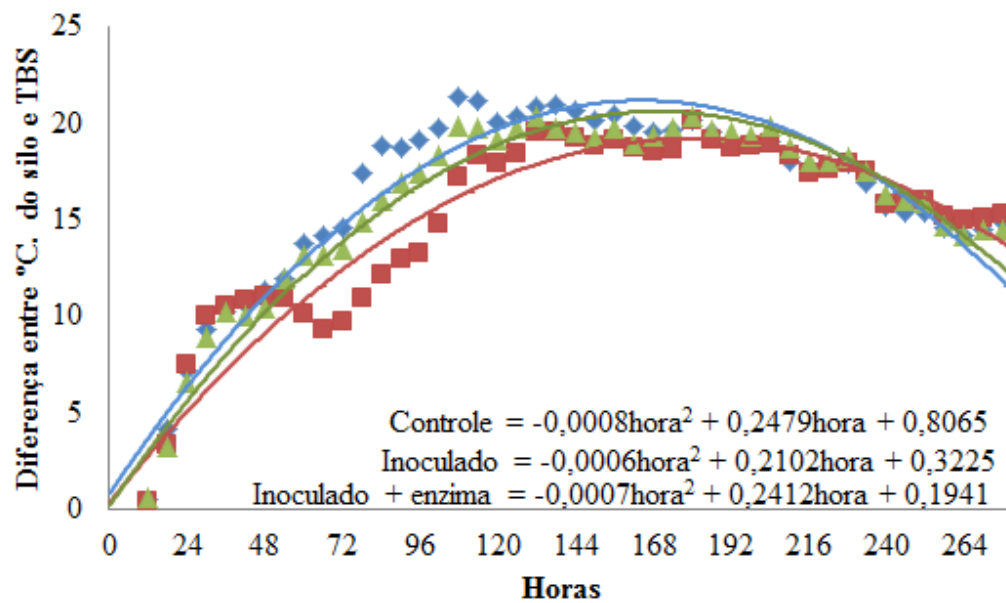
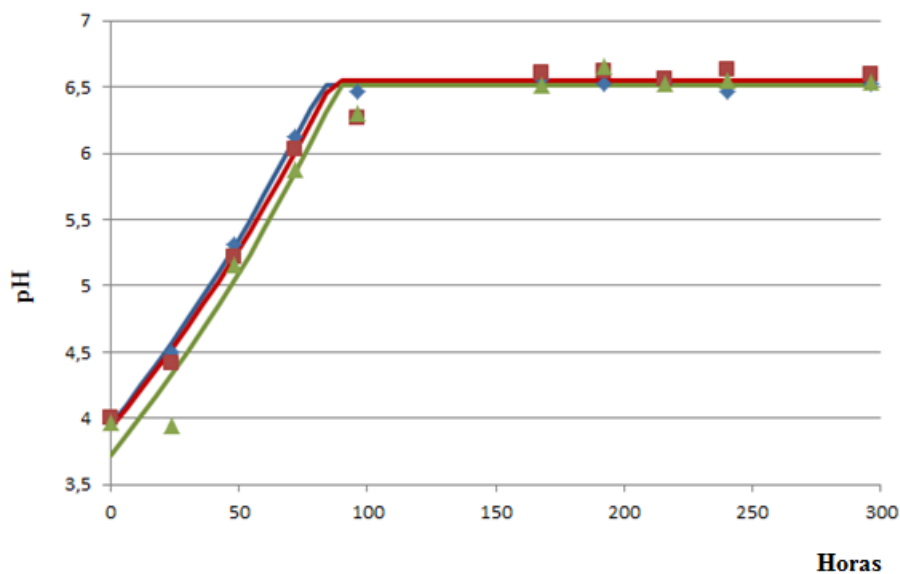


Figura 2- Comportamento temporal das massas em aerobiose com relação à temperatura sobre os diferentes tempos de abertura (15 e 45 dias), ajustadas por meio de equações quadráticas.



◆ Sem inoculante ■ Com inoculante ▲ Inoculante+ carboidratases

Figura 3- Comportamento temporal das silagens em aerobiose com relação à temperatura em função dos tratamentos sem inoculante; com inoculante bacteriano e com inoculante + carboidratases ajustadas por meio de equações quadráticas.



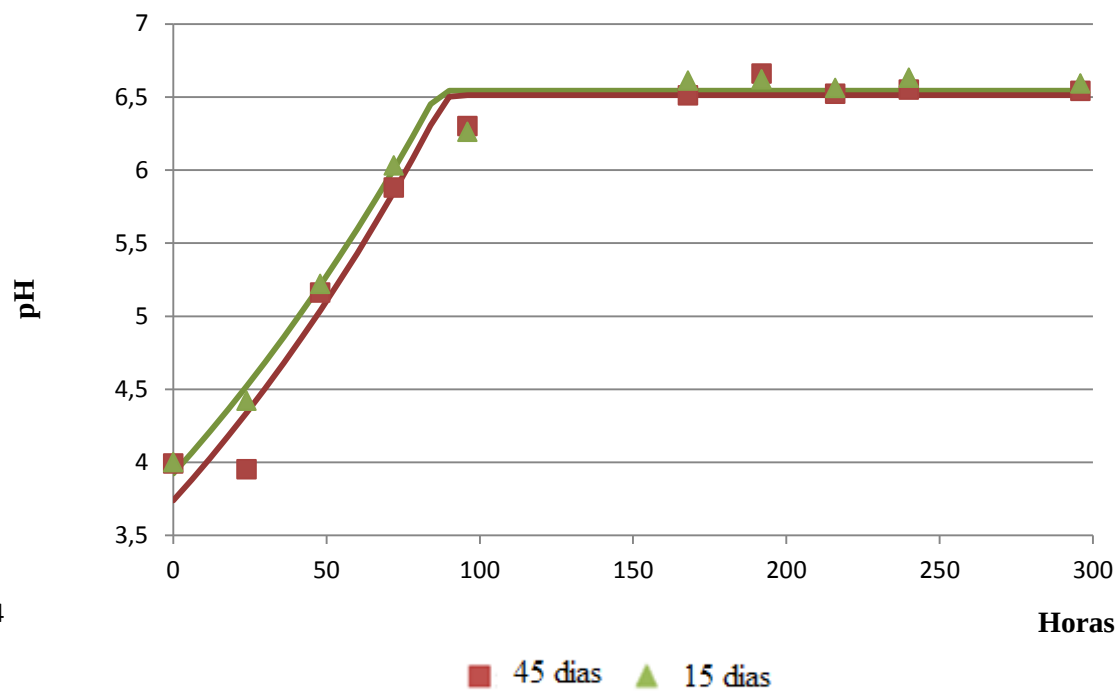
◆ Sem inoculante ■ Com inoculante ▲ Inoculante + carboidratases

$$pH \text{ controle} = 6,5101 * \left[1 + (337,6402 - 1) * \left(e^{-2,0376(horas-79,5066)} \right) \right]^{\frac{1}{1-337,6402}}$$

$$pH \text{ inoculante} = 6,5447 * \left[1 + (394,7394 - 1) * \left(e^{-2,3230(horas-83,9257)} \right) \right]^{\frac{1}{1-394,7394}}$$

$$pH \text{ inocu + enzi} = 6,5132 * \left[1 + (591,7897 - 1) * \left(e^{-3,7075(horas-87,2167)} \right) \right]^{\frac{1}{1-591,7897}}$$

Figura 4 – Ajuste das curvas de pH após abertura dos silos em relação aos tratamentos sem inoculante; com inoculante bacteriano; e com inoculante + carboidratases, por meio do modelo de Richard (1959).



$$pH \text{ 15 dias abertura} = 6,5448 * \left[1 + (355,1334 - 1) * \left(e^{-2,0972(horas-83,6054)} \right)^{\frac{1}{1-355,1334}} \right]$$

$$pH \text{ 45 dias de abertura} = 6,513 * \left[1 + (196,116 - 1) * \left(e^{-1,214(horas-84,8276)} \right)^{\frac{1}{1-196,116}} \right]$$

Figura 5 – Ajuste das curvas de pH com aberturas aos 15 ou 45 dias, por meio do modelo de Richard (1959).

CAPÍTULO N- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que as utilizações de silagens de grãos úmidos de milho podem melhorar a digestibilidade dos nutrientes da dieta, entretanto os resultados apresentados sugerem que as silagens de milho doce possuem baixas fontes nutricionais, e a adoção da inoculação não afeta a digestibilidade das dietas.

No entanto sobre as características fermentativas e de estabilidade aeróbicas das silagens os resultados obtidos demonstram que o milho doce apresentou os melhores padrões de fermentação, e maior estabilidade aeróbica. O milho SCS 154 Fortuna Epagri® apresentou 3,53 Mcal/kg MS de Energia Digestível e 3,45 Mcal/kg MS de Energia Metabolizável. O híbrido de milho doce Tropical Syngenta® apresentou 3,45 Mcal/kg MS de Energia Digestível, e 3,41 Mcal/kg MS de Energia Metabolizável.

É necessário um estudo mais aplicado em função da utilização de silagens de milho doce na alimentação de leitões.

O presente trabalho foi conduzido em pequena escala e em condições laboratoriais, o que favorece uma rápida ensilagem e fácil compactação, esta situação não reflete a realidade do processo no campo, portanto se torna necessário a aplicação de trabalhos do gênero em condições mais próximas da realidade do produtor.