

## DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO PARA LEITÕES COM E SEM INOCULAÇÃO MICROBIANA

*(Digestibility of nutrients from moist corn grain silage for piglets with and without microbial inoculation)*

Camilla Mendonça SILVA<sup>1\*</sup>; Renato Augusto CONTE<sup>2</sup>; Jiovani Sergio Bee TUBIN<sup>2</sup>; João Carlos Del PIVO<sup>2</sup>; Rafael Alan BAGGIO<sup>2</sup>; Gustavo KRAHL<sup>2</sup>; Lourdes Romão APOLÔNIO<sup>2</sup>; Diovani PAIANO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe, Av. Marechal Rondon, s/n, Cidade Universitária Prof. José de Alóisio de Campos, Jd. Rosa Elze, São Cristóvão/SE. CEP: 49.100-000; <sup>2</sup>Dpto Zootecnia, Universidade do Estado de Santa Catarina.

\*E-mail: [camillamsazoo@gmail.com](mailto:camillamsazoo@gmail.com)

### RESUMO

Foram realizados dois experimentos para avaliar o padrão de fermentação e digestibilidade dos nutrientes de silagens de grãos úmidos de milho (SGUM), de milho cv. SCS 154 Fortuna Epagri<sup>®</sup> e de milho doce Tropical Syngenta<sup>®</sup>, com ou sem inoculação microbiana, para leitões. Para os experimentos, foi utilizado um delineamento em esquema fatorial 2\*2 (duas variedades de milho e com ou sem inoculação). Para o experimento de ensilagem foram fabricados três silos para cada tratamento. A abertura dos silos e as análises (matéria seca - MS, matéria orgânica - MO, proteína bruta - PB e Acidez titulável - AT) foram realizadas aos 45 dias pós-ensilagem. Para o ensaio de digestibilidade, foram utilizados 20 leitões machos castrados (um animal por unidade experimental), com peso inicial médio de 10,9±1,1kg, com quatro repetições por tratamento, sendo adicionalmente elaborado um tratamento referência (dieta sem inclusão de silagens) para permitir, via coeficiente angular, estimar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das silagens. Houve interação da inoculação com a variedade de milho (p<0,05) para AT e o tratamento sem inoculação apresentou os maiores valores de AT para o milho doce Tropical e para o milho Fortuna maior AT quando inoculado. A SGUM de milho Fortuna apresentou melhores coeficientes de digestibilidade e energia da MS do que as silagens fabricadas com milho doce Tropical. Corrigidos para 88% de MS o milho Fortuna apresentou 3,45 Mcal de EM/kg e o milho doce Tropical 3,41 Mcal de EM/kg. A inoculação bacteriana não influenciou a composição química das silagens e os coeficientes de digestibilidade e metabolização.

**Palavras-Chave:** Alimentos alternativos, conservação de alimentos, milho doce, suínos.

### ABSTRACT

Two experiments were carried out to evaluate fermentation and digestibility patterns of nutrients from moist corn grain silages (MCGS), corn cv. SCS 154 Fortuna Epagri<sup>®</sup> and Tropical Syngenta<sup>®</sup> sweet corn, with or without microbial inoculation for piglets. For the experiments, a factorial design of 2\*2 was used (two types of corn and with or without inoculation). For the silage experiment, three silos were built for each treatment. The opening of silos and analyzes (dry matter - DM, organic matter - OM, crude protein - CP and titratable acidity - TA) were performed 45 days after ensiling. For the digestibility test, 20 castrated male piglets (one pig per experimental unit) with an average initial weight of 10.9±1.1kg, with four replicates per treatment, with an additional reference treatment (diet without silages) permitted by angular coefficient to estimate the nutrients digestibility coefficients of grain silages. There was interaction of inoculation with the corn variety (p<0.05) for TA and the treatment without inoculation showed the highest TA values for Tropical sweet corn and higher TA when inoculated for the Fortuna. Fortuna MCGS showed better DM and energy digestibility coefficients than silages made with Tropical sweet corn. Corrected for 88% of DM, Fortuna corn presented 3.45 Mcal of ME/kg, and Tropical sweet corn 3.41 Mcal of ME/kg. Bacterial inoculation did not influence the chemical composition of the silages, digestibility or metabolization coefficients.

**Key Words:** Alternative foods, food preservation, sweet corn, swine.

## INTRODUÇÃO

A utilização de silagens de grãos úmidos de milho na alimentação de leitões jovens pode melhorar a digestibilidade dos nutrientes das dietas, pois o processo fermentativo que ocorre na massa ensilada, durante o período de ensilagem, permite maior solubilização dos nutrientes, tornando-os mais susceptíveis à hidrólise enzimática no trato digestório dos leitões (FRANK *et al.*, 2016). A inclusão de silagem de milho na dieta pode resultar em maior acidez e, também, menor taxa de esvaziamento do estômago, o que permite o fluxo mais lento e uniforme da digesta para o intestino delgado, no intervalo entre as refeições, e, por fim, o melhoramento da digestibilidade (MASON *et al.*, 2013).

Associada a essa tecnologia, a adição de inoculante bacteriano à massa ensilada permite melhorar o processo fermentativo, pelo aumento da população de bactérias ácido lácticas na massa (RABELO *et al.*, 2014). Este procedimento pode resultar em melhora no desempenho animal, na conversão alimentar e menores custos de produção (CASTRO *et al.*, 2009), pelo do aumento de consumo de nutrientes de uma silagem bem conservada (WEINBERG *et al.*, 2007).

Nesse contexto, o milho doce combinado à tecnologia de ensilagem de grãos úmidos pode se tornar uma boa alternativa para a nutrição de leitões, visto que possui menor concentração de carboidratos na forma de amido. Esse cereal é considerado um tipo especial de milho, pois é resultado de uma mutação espontânea do milho convencional, que bloqueia a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo aos grãos alto teor de açúcares e baixo teor de amido (ZUCHARELLI *et al.*, 2012), e que, quando colhidos com elevado teor de umidade, tendem a uma redução da conversão de sacarose em amido, pois o avanço da maturação dos grãos faz com que grande parte do açúcar seja convertido em amido (CAMILO *et al.*, 2015). Contudo, são escassas as informações científicas sobre a utilização de milho doce na alimentação de leitões jovens.

Dessa forma, este trabalho foi proposto para avaliar o padrão de fermentação de silagens de grãos úmidos de dois tipos de milho (cv. SCS 154 Fortuna Epagri<sup>®</sup> e híbrido Tropical Syngenta<sup>®</sup>), inoculados ou não, e determinar os coeficientes de digestibilidade e de metabolização dos nutrientes das silagens para leitões na fase de creche.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Confecção das silagens

Para a confecção das silagens foram utilizadas duas diferentes variedades de milho, a variedade convencional cv. SCS 154 Fortuna Epagri<sup>®</sup> e a variedade híbrida de milho doce Tropical Syngenta<sup>®</sup>, as quais foram cultivadas na região do Oeste Catarinense (27° 8' 5" S, 52° 47' 15" O). A adubação seguiu as recomendações agronômicas para a cultura do milho e os grãos foram colhidos com teores de matéria seca próximos de 60%.

Após a colheita os grãos foram separados das espigas e, posteriormente, processados em triturador, com peneira de 12mm. Cada variedade de milho foi fracionada em duas partes e cada parte recebeu um dos diferentes tratamentos, sem inoculação microbiana (tratamento controle) ou com inoculação microbiana. O inoculante (*Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus lactis*, *Bacillus subtilis* e dextrose em uma concentração de  $1,667 \times 10^9$  UFC/g) foi previamente diluído

em água destilada e adicionado no momento da ensilagem, por aspersão, de acordo com as recomendações do fabricante perfazendo um delineamento em esquema fatorial com dois tipos de milho (convencional ou doce) e dois tratamentos de inoculação (com ou sem inoculação), com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais.

Os materiais a serem ensilados foram acondicionados em mini-silos, confeccionados em baldes plásticos (20 L), munidos com válvulas tipo *Bunsen* para o escape dos gases produzidos durante a fermentação, conforme a metodologia previamente descrita por Silva *et al.* (2016). Para a captação de efluentes produzidos, foi colocado ao fundo dos silos areia seca coberta com tecido-não-tecido (TNT), para evitar o contato direto da areia com o milho. A compactação do material, no silo, foi realizada manualmente com bastão de madeira confeccionado sob medida, para que a pressão utilizada na compactação fosse uniforme. Todos os silos foram devidamente vedados e armazenados por um período de 45 dias.

### Padrão de fermentação da SGUM

Após a abertura dos silos, todo o conteúdo de silagem foi retirado e homogeneizado, para determinação dos teores de matéria seca (MS – Método 934,01; AOAC Int., 2005), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB – Método 992,15; AOAC Int., 2005) das SGUM, seguindo a metodologia da AOAC (2005). O padrão de fermentação foi mensurado por meio do índice de acidez titulável (AT). A AT foi determinada por titulação com NaOH 0,1N, utilizando a equação proposta por Rezende *et al.* (2014):

$$AT = \frac{V * N * f * 100}{V_{am}}$$

Onde: AT: acidez total;

V: volume de NaOH gasto na titulação (mL); N: normalidade do ácido;

f: fator 1,06; V<sub>am</sub>: volume da amostra (mL).

### Ensaio de Digestibilidade

Um ensaio de metabolismo foi realizado, para determinar a digestibilidade dos nutrientes das dietas, com inclusão de diferentes tipos de SGUM. O ensaio foi realizado em uma granja localizada no município de Chapecó/SC (27°12'S-52°37'W).

Foram utilizados 20 leitões machos castrados híbridos comerciais, com o peso inicial de 10,9±1,1 kg. Os leitões foram alojados em gaiolas metabólicas (PEKAS, 1968) e o período experimental teve duração de 12 dias, sete dias de adaptação ao ambiente, manejo e dietas experimentais seguido de cinco dias de coleta total de excretas.

Durante o período experimental, os animais foram alimentados duas vezes ao dia (08H00M e 17H00M), sendo o fornecimento de ração equalizado com base no consumo médio por peso metabólico (PV<sup>0,75</sup>), obtido no decorrer da fase de adaptação. As rações foram umedecidas com ±30% do peso para facilitar o consumo e diminuir os desperdícios e o pó. A água foi fornecida aos animais *ad libitum* após os arraçoamentos. Foi utilizado o método de coleta total de excretas, com a utilização do óxido de ferro (1% de Fe<sub>3</sub>O<sub>2</sub>) como marcador fecal, de acordo com a metodologia preconizada por Sakomura e Rostagno (2016).

Adotou-se delineamento experimental em esquema fatorial 2x2, com quatro tratamentos e quatro repetições por tratamento, perfazendo 16 unidades experimentais, além do grupo que recebeu somente a ração referência (quatro repetições animais) totalizando 20

animais. Os tratamentos consistiram de ração referência (RR) sem inclusão de silagem, RR + silagem de grão úmido convencional sem inoculação (EPSE), RR + silagem de grão úmido de milho convencional com inoculante bacteriano (EPCO), RR + silagem de grão úmido de milho doce sem inoculação (DOSE) e RR + silagem de grão úmido de milho doce com inoculante bacteriano (DOCO). A ração referência (RR) foi formulada (Tab. 01) para atender as exigências nutricionais propostas por Rostagno *et al.* (2011). A proporção RR:SGUM foi equalizada com base no teor de matéria seca, para 64,4:35,6, respectivamente, para todos os tratamentos.

Foram determinados os teores de matéria seca (MS – Método 934,01; AOAC Int., 2005), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM - Método 984,08; AOAC Int.,2005) e proteína bruta (PB – Método 992,15; AOAC Int., 2005) das rações, das silagens, das fezes e da urina. A energia foi determinada em calorímetro adiabático (C-200, IKA® WORKS).

Com base na composição química das dietas, SGUM, fezes e urina, foram calculados os nutrientes digestíveis das rações (RR, EPSO EPCO, DOSE e DOCO). Posteriormente, por meio do coeficiente angular, foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), da matéria orgânica (CDMO) e da energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) e da proteína bruta (CMPB) (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2016) das silagens de grãos úmidos de milho.

### Análise Estatística

Os resultados obtidos para composição química e acidez titulável foram analisados de acordo com o modelo estatístico:  $Y_{ijk} = \mu + T_i + M_j + T_iM_j + e_{ijk}$ , em que:  $Y_{ijk}$  = variáveis respostas;  $\mu$  = constante geral;  $T_i$  = tipos de tratamento microbiológicos (com ou sem inoculante);  $M_j$  = tipo de milho (Fortuna Epagri® ou Tropical Syngenta®);  $T_iM_j$  = interação entre o tratamento microbiológico e o tipo de milho;  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado à cada observação (experimento 1 - ensilagem). O mesmo modelo estatístico foi adotado para análise dos coeficientes de digestibilidade (experimento 2 – ensaio de digestibilidade).

Os resultados experimentais foram submetidos à análise de variância, utilizando o *software* SAEG (UFV, 2000), o qual analisou os efeitos de cada fator e a suas respectivas interações. No caso de efeito da interação, as médias foram desdobradas usando o teste de F consideradas com significantes valores de  $p < 0,05$ .

**Tabela 01:** Composição percentual da ração referência para o ensaio de digestibilidade.

Ingredientes	(%)
Milho grão moído	49,18
Farelo de soja	29,00
Óleo de soja	2,45
Soro de leite	14,0
Açúcar	2,00
Calcário	1,05
Fosfato bicálcico	0,61
Sal comum	0,35
L-Lisina HCl	0,39
DL-Metionina	0,15
L-Treonina	0,07
Aditivo promotor de crescimento	0,10
Pré-mistura de micronutrientes	0,65

<b>Composição nutricional</b>	
Energia Bruta, Mcal/kg <sup>1</sup>	4,27
Energia metabolizável, kcal/kg <sup>2</sup>	3,39
Proteína bruta, % <sup>1</sup>	19,1
Lisina digestível, % <sup>2</sup>	1,24
Triptofano digestível, % <sup>2</sup>	0,30
Treonina digestível, % <sup>2</sup>	0,72
Metionina + cistina digestível, %	0,53
Calcio, % <sup>2</sup>	0,762
Fósforo disponível, % <sup>2</sup>	0,298
Potássio, % <sup>2</sup>	0,979
Balanço eletrolítico, mEq/kg <sup>2</sup>	23,60

1-Valores analisados conforme metodologias de AOAC (2005); 2-Valores calculados com base na composição química e coeficientes de digestibilidade propostos por Rostagno *et al.* (2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com os resultados expressos, foi possível observar que o uso de inoculante microbiano não alterou ( $p < 0,05$ ) a composição química das silagens (Tab. 02). A ausência de efeitos da inoculação sobre a composição química foi semelhante às respostas obtidas por Morais *et al.* (2012) e Rezende *et al.* (2014), que ao estudarem SGUM com e sem inoculação não encontraram diferenças entre os tratamentos de inoculação. Esses fatores só foram diferentes, significativamente, entre as variedades de milho, provavelmente associados à sua composição química inicial, pré-tratamento, com a qual a inoculação não teve efeitos (SILVA *et al.*, 2016). Entretanto, houve interação entre inoculação e os tipos de milho para a acidez titulável ( $p < 0,05$ ), com valores mais elevados de AT nas silagens de milho doce Tropical Syngenta<sup>®</sup> sem inoculação e para as silagens de milho Fortuna inoculadas (Tab. 02).

O índice de acidez titulável permite inferir sobre a qualidade fermentativa do material ensilado, indicando os ácidos que determinam o pH da massa (GIACHINI *et al.*, 2020). Nesse sentido, silagens com maiores concentrações de carboidratos solúveis tendem a apresentar elevada produção de ácido lático e, indiretamente, elevados índices de AT (CALIXTO JUNIOR *et al.*, 2017), como observado nas silagens de milho doce Tropical Syngenta<sup>®</sup> do presente estudo, que mesmo sem receber o tratamento com inoculante bacteriano proporcionaram valores de AT elevados, cerca de 23,57 mL de de NaOH 0,1 N. Segundo Souza *et al.* (2013), grãos de milho da variedade doce tendem a apresentar elevados teores de açúcares solúveis, cerca de 9 a 14%.

Para as silagens confeccionadas a partir dos grãos de milho Fortuna Epagri<sup>®</sup>, somente os tratamentos com inoculação bacteriana apresentaram maiores valores de acidez titulável, possivelmente em razão do aumento da concentração de ácido lático proporcionado pela ação das bactérias homofermentativas (CARVALHO *et al.*, 2014), que compõem o inoculante adotado neste estudo.

Não houve efeito da inoculação ( $p > 0,05$ ) sobre os coeficientes de digestibilidade e metabolização avaliados. Quanto à variedade de milho Fortuna Epagri<sup>®</sup>, esta apresentou melhores CDMS, CDMO, CDEB e CMEB ( $p < 0,05$ ) em relação ao milho doce Tropical Syngenta<sup>®</sup>. Os coeficientes de digestibilidade e metabolização da PB não diferiram ( $p > 0,05$ ) entre as diferentes variedades de milho avaliadas no presente estudo (Tab. 03).

**Tabela 02:** Composição química e acidez titulável (AT) das silagens de grãos úmidos de milho ensiladas com ou sem inoculação bacteriana.

Tratamentos	MO (%)	MS (%)*	PB (%)*	AT (mL)**
<b>Fortuna sem inoculação</b>	98,59	61,91	10,59	17,40 <sup>a</sup>
<b>Fortuna com inoculação</b>	98,65	62,34	10,64	18,80 <sup>b</sup>
<b>Tropical sem inoculação</b>	98,02	57,20	11,65	23,57 <sup>b</sup>
<b>Tropical com inoculação</b>	97,97	57,86	11,19	21,77 <sup>a</sup>
<b>Variedades de milho</b>				
<b>Fortuna Epagri</b>	98,62a	62,13 a	10,61a	18,10
<b>Tropical Syngenta</b>	97,99b	57,53 b	11,42b	22,67
<b>Inoculação</b>				
<b>Sem inoculação</b>	98,31	59,55	11,12	20,48
<b>Com inoculação</b>	98,31	60,10	10,91	20,28
<b>Valores de P</b>				
<b>Efeito variedade do milho</b>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<b>Efeito da inoculação</b>	NS	0,20	0,21	NS
<b>Efeito da interação***</b>	0,12	ns	0,14	<0,05

**Obs.:** <sup>1</sup>Silagem de grãos úmidos de milho variedade convencional; <sup>2</sup>Silagem de grãos úmidos de milho variedade híbrida de milho doce; \*Valores corrigidos para o teor de matéria seca (MS). \*\* Valores na mesma coluna sem letras em comum diferem pelo teste de F (p<0.05). NS= não significativo. \*\*\*Efeito da interação da variedade de milho vs. Inoculação.

Os menores coeficientes de digestibilidade de MS, MO e EB, obtidos nas silagens de milho doce Tropical, provavelmente estão relacionados ao maior teor de FDN e FDA da referida silagem (SILVA *et al.*, 2016). Resultados similares foram obtidos por Pozza *et al.* (2010), que, ao determinar os valores energéticos de SGUM para suínos, verificaram uma redução nos coeficientes de digestibilidade e nos valores de energia digestível, quando as silagens apresentavam em sua composição maior teor de FDN e FDA.

Observou-se uma relação inversa entre a fração de fibra presente na dieta e a digestibilidade da matéria seca, o que pode estar relacionada ao fato de que, segundo Krás *et al.* (2013), a fibra dietética apesar de apresentar contribuição energética, pode afetar de maneira negativa os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos. Embora a mesma afirmação seja verdadeira para as proteínas e aminoácidos, não foram observadas diferenças (p>0,05) nos coeficientes de digestibilidade e metabolização da PB.

A similaridade entre os coeficientes de digestibilidade e metabolização da PB entre as SGUM das variedades de milho analisadas no presente estudo, mesmo apresentando diferença nos teores de FDN e FDA, pode estar associada ao baixo teor de PB do milho de 10,6% ou 11,4%, para o milho convencional Fortuna e doce Tropical, respectivamente (Tab. 02), quando comparado à ração referência, que teve seu valor estimado de 19,6% de PB (Tab. 01), o que pode ter minimizado as diferenças visto a sensibilidade do ensaio de digestibilidade. Embora os valores de PB das variedades de milho estudadas sejam próximos aos valores de proteína bruta descritos por Kwiatkowski *et al.* (2011) e Rostagno *et al.* (2017), respectivamente para a

variedade de milho doce e convencional. Provavelmente, ensaios de digestibilidade com dietas referência com menores teores de PB seriam mais sensíveis na detecção de diferenças nos coeficientes de digestibilidade e metabolização da proteína das silagens de grão de milho, embora tal hipótese deva ser melhor estudada em trabalhos futuros.

**Tabela 03:** Coeficientes de digestibilidade aparente (CD) e de metabolização (CM), expressos em porcentagem dos nutrientes das silagens de grãos úmidos de milho com ou sem inoculação microbiana.

Tratamentos	Coeficientes de digestibilidade ou metabolização, %					
	CDMS	CDMO	CDEB	CMEB	CDPB	CMPB
<b>Fortuna<sup>1</sup> sem inoculação</b>	90,4	90,7	89,6	87,6	86,1	77,9
<b>Fortuna com inoculação</b>	88,4	88,9	86,1	84,1	82,3	81,9
<b>Tropical<sup>2</sup> sem inoculação</b>	77,5	78,7	77,5	76,5	82,4	79,3
<b>Tropical com inoculação</b>	79,4	80,0	78,4	77,7	88,0	86,8
	Variedade de milho					
<b>Fortuna Epagri</b>	89,4 a	89,8 a	87,8 a	85,8 a	84,2	79,9
<b>Tropical Syngenta</b>	78,4 b	79,3 b	77,9 b	77,1b	85,2	83,1
	Inoculação					
<b>Sem inoculação</b>	83,9	84,7	83,5	82,0	84,2	78,6
<b>Com inoculação</b>	83,9	84,4	82,2	80,9	85,2	84,3
	Valores de P					
<b>Efeito do tipo de milho</b>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	NS	NS
<b>Efeito da inoculação</b>	0,23	0,22	0,12	0,24	NS	NS
<b>Milho*inoculação*</b>	NS	NS	NS	NS	0,31	NS

<sup>1</sup>Silagem de grãos úmidos de milho variedade convencional; <sup>2</sup>Silagem de grãos úmidos de milho variedade híbrida de milho doce; Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de F (p<0,05). \*Efeito da interação da variedade de milho vs. Inoculação. NS = sem efeito significativo.

A inoculação não alterou os coeficientes de digestibilidade e metabolização, provavelmente estes resultados podem estar associados com diferentes fatores em ação isolada ou conjunta do inoculante. O primeiro é a composição química inicial que pode ter minimizado possíveis efeitos positivos da inoculação. O segundo previamente apresentado por Zopollatto *et al.* (2009), foi de que a competitividade da população microbiana epífita original da planta, proveniente de cepas nativas, pode minimizar os efeitos positivos da inoculação. Destaca-se que as variedades, utilizadas para o estudo, foram cultivadas no mesmo período, na mesma área,

submetidos aos mesmos manejos pré e pós-colheita, portanto com microbiota epífita semelhante, o que pode ter contribuído para a ausência de efeito da inoculação sobre as silagens.

Resultados semelhantes foram obtidos por Savaris *et al.* (2007), que não observaram efeitos da inoculação das silagens de grãos úmidos de milho sobre os coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia bruta para suínos em crescimento.

O CDMS obtido para as silagens do milho convencional Fortuna (89,4%) foi superior ao CDMS das silagens de milho doce Tropical (78,4%). Porém, independentemente da inoculação, os valores médios obtidos para o milho convencional foram superiores aos coeficientes do milho seco apresentados por Castro *et al.* (2009), que verificaram CDMS de 81,17%. Os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, observados para as silagens de milho doce Tropical, mesmo inferiores ao convencional são considerados satisfatórios, visto seu maior teor de fibras (SILVA *et al.*, 2016), e podem estar relacionados com o efeito benéfico dos ácidos orgânicos produzidos durante o processo fermentativo, que diminuem o pH do alimento no trato gastrointestinal dos animais (LOPES *et al.*, 2017), resultando, ainda, em melhoria da sanidade do intestino e na redução da taxa de esvaziamento gástrico, que acarretará em um aumento na digestibilidade dos nutrientes da dieta (MIGUEL *et al.*, 2011).

Esses resultados corroboram com a composição química do material ensilado do presente estudo, uma vez que as SGUM da variedade híbrida de milho doce Tropical apresentaram elevados valores de AT, indicando boa fermentação (PEREIRA *et al.*, 2017).

Os CDEB das silagens de milho Fortuna (87,8%) foram próximos aos descritos por Rostagno *et al.* (2017) para milho comum (CDEB= 88,23%) e para sorgo (CDEB= 85,51%), os quais são considerados os principais alimentos energéticos para suínos, respectivamente. Segundo Frank *et al.* (2016), as variações observadas nos coeficientes de digestibilidade podem ser justificadas, principalmente, pela composição química do alimento, como teor de fibra e proteína bruta. Por outro lado, o menor CDEB do milho doce (77,1%) está associado aos fatores previamente discutidos.

Os valores encontrados para CMEB (Tab. 03) do milho Fortuna foram próximos aos observados por Piovesan *et al.* (2011), que avaliaram a digestibilidade do milho seco dentado, na alimentação de leitões desmamados, e observaram um CMEB de 85,17%.

A relação EM:ED das silagens de milho Fortuna e doce foram de 0,98 e 0,99, respectivamente (Tab. 04). A relação EM:ED é afetada pelo conteúdo de proteína dietética (NOBLET e PEREZ, 1993), uma vez que o nitrogênio urinário depende, principalmente, da quantidade de proteína digestível e, portanto, da qualidade da PB contida na dieta (NRC, 2012). A relação EM:ED, observada no presente estudo, foi superior às relações obtidas por Tse *et al.* (2006), que obtiveram relação de 0,97.

Os valores médios de EM corrigidos para 88% de matéria seca encontrados para silagens de milho Fortuna foram de 3,44 Mcal/kg e para as silagens de milho doce foram cerca de 3,41 Mcal/kg, demonstrando pequena variação do teor energético entre as variedades de milho estudadas. O mesmo ocorre ao se comparar a EM do grão seco de milho das tabelas nutricionais apresentadas por Rostagno *et al.* (2011) e NRC (2012), que relatam valores de 3,35 e 3,40 Mcal de EM/kg, respectivamente corrigidos para 88% de MS. Portanto, é possível inferir que a adoção de silagens de grãos úmidos de milho das variedades avaliadas nesta pesquisa possui composição energética similar as do grão seco, podendo ser utilizadas nas dietas para leitões sem prejuízos nutricionais.

**Tabela 04:** Valores de energia digestível (ED\*, Mcal/kg), energia metabolizável (EM\* Mcal/kg) e relação de energia metabolizável: energia digestíveis (EM:ED, Mcal/kg) em função dos tratamentos dietéticos avaliados.

Tratamentos	ED/MS	ED*	EM/MS	EM*	EM:ED
<b>Fortuna sem inoculação</b>	4,09	3,60	4,00	3,52	0,98
<b>Fortuna com inoculação</b>	3,92	3,45	3,83	3,37	0,98
<b>Tropical sem inoculação</b>	3,90	3,43	3,85	3,39	0,99
<b>Tropical com inoculação</b>	3,94	3,46	3,90	3,43	0,99

\*Corrigidos para 88% de MS; Valores analisados descritivamente.

Vale ressaltar que, na avaliação de alimentos alternativos, torna-se importante o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes para a formulação de rações. Assim, o custo desse ingrediente associado ao seu valor nutricional será determinante na aplicação da tecnologia na produção de suínos (SCHIMANKO *et al.*, 2013).

## CONCLUSÕES

A silagem de grãos úmidos de milho SCS 154 Fortuna Epagri® apresentou melhores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e energia em relação às silagens confeccionadas a partir do híbrido de milho doce Tropical Syngenta®, com composição energética de 3,44 Mcal de EM/kg e 3,41Mcal de EM/kg, respectivamente, corrigidos para 88% de MS. A utilização de inoculante microbiano nas silagens de grãos úmidos não influenciou a composição química, os coeficientes de digestibilidade e metabolização dos nutrientes da massa ensilada.

## AGRADECIMENTOS

À Vitamix Nutrição Animal, pelo fornecimento de parte dos ingredientes utilizados para elaboração das rações. À Coordenação e funcionários da Escola Básica Municipal Agropecuária Demétrio Baldissarelli (Chapecó/SC). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

AOAC. Official Methods of Analysis. 18<sup>a</sup> ed., Association of Official Analytical Chemists: Gaithersburg, 2005. 1141p.

CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; OSMARI, M.P.; TRES, T.T. Nutritional additives in high moisture corn silage. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.12, n.1, p.105-111, 2017.

CAMILO, J.S.; BARBIERI, V.H.B.; RANGEL, R.M.; BONNAS, D.S.; LUZ, J.M.Q.; OLIVEIRA, R.C. Aceitação de híbridos de milho doce e híbridos de milho verde em intervalos de colheita. *Revista Ceres*, v.62, n.1, p.01-08, 2015.

CARVALHO, B.F.; ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; NERI, J.; SCHWAN, R.F. Microbiological and chemical profile of sugar cane silage fermentation inoculated with wild strains of lactic acid bacteria. *Animal Feed Science and Technology*, v.195, n.9, p.1-13, 2014.

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*, v.38, n.10. p.1914-1920, 2009.

FRANK, R.; NUNES, R.V.; SCHONE, R.A.; PIRES FILHO, I.C.; SILVA, I.M.; CASTILHA, L.D. Determinação dos valores energéticos e aminoacídicos da silagem de grãos úmidos de milho para frangos de corte. *Archivos de Zootecnia*, v.65, n.249, p.103-106, 2016.

GIACHINI, J.C.; BARRETA, D.A.; DANIELI, B.; SCHOGOR, A.L.B. Adequação da silagem de milho para uso em propriedades leiteiras familiares. *Ciência Animal*, v.30, n.1, p.23-35, 2020.

KRÁS, R.V.; KESSLER, A.M.; RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J.D.I.; SANTOS, D.O.S.; HALFEN, D.P.; BOCKOR L. Effect of dietary fiber and genetic strain on the performance and energy balance of broiler chickens. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.15, n.1, p.15-20, 2013.

KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E.; SCAPIM, C.A. Agronomic traits and chemical composition of single hybrids of sweet corn. *Horticultura Brasileira*, v.9, n.4, p.531-536, 2011.

LOPES, A.B.R.C.; TSE, M.L.P.; SILVA, A.M.R.; TRINDADE NETO, M.A.; PEREIRA, C.; SALEH, M.A.D.; BERTO, D.A. High-moisture sorghum grain silage with low- and high-tannin contents for weanling piglets. *Ciência Rural*, v.47, n.4, p.1-7, 2017.

MASON, F.; PASCOTTO, E.; ZANFI, C.; SPANGHERO, M. Effect of dietary inclusion of whole ear corn silage on stomach development and gastric mucosaintegrity of heavy pigs at slaughter. *The Veterinary Journal*, v.198, p.717-719, 2013.

MIGUEL, W.C.; NETO, M.A.D.T.; BERTO, D.A.; KOBASHIGAWA, E. E GANDRA, E.R.S. Suplementação de acidificantes em rações de leitões desmamados: desempenho e digestibilidade. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.48, n.1, p.141-146, 2011.

MORAIS, M.G.; ÍTAVO, C.C.B.; ÍTAVO, L.C.V.; BUNGENSTAB, D.J.; RIBEIRO, C.B.; OLIVEIRA, L.B.; SILVA, J.A. Inoculação de silagens de grãos úmidos de milho, em diferentes processamentos. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.13, n.4, p.969-981, 2012.

NOBLET, J.; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. *Journal of Animal Science*, v.71, n.12, p.3389-3398, 1993.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Swine. 11<sup>a</sup> ed., National Academy: Washington, 2012. 400p.

PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. *Journal of Animal Science*, v.2, n.5, p.1303-1306, 1968.

PEREIRA, K.A.; AMARAL, A.G.; OLIVEIRA, A.R.; ARCANJO, A.H.M.; CAMPOS, J.C.D. Aspectos Nutricionais e Confecção de Silagem de Grão Úmido de Milho para a Alimentação de Bovinos: revisão de literatura. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.14, n.1, p.4944-4953. 2017.

PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, VLADIMIR de; GEWEHR, C.E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. *Ciência Rural*, v.41, n. 1, p.2014-2019, 2011.

POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; POZZA, M.S.S.; RICHART, S.; SCHUMACHER, G.C.; OLIVEIRA, F.G. Determinação e predição de valores energéticos de silagens de grãos úmidos de milho para suínos. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.1, p.226-232, 2010.

RABELO C.H.S.; REZENDE A.V.; RABELO F.H.S.; NOGUEIRA D.A.; SENEDESE S.S.; VIEIRA P.F.; BERNARDES C.L.; CARVALHO A. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*. *Ciência Rural*, v.44, n.2, p.368-373, 2014.

REZENDE, A.V; RABELO, C.H.S.; VEIGA, R.M.; ANDRADE; L.P.; HÄRTER, C.J.; RABELO, F.H.S.; BASSO, F.C.; NOGUEIRA, D.A.; REIS, R.A. Rehydration of corn grain with acid whey improves the silage quality. *Animal Feed Science and Technology*, v.197, n.1, p.213-221, 2014.

ROSTAGNO, H.S; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª ed., Universidade Federal de Viçosa: Viçosa. 2011, 254p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4ª ed., Universidade Federal de Viçosa: Viçosa. 2017, p.452.

SAVARIS, V.D.L.; POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; POZZA, M.S.S.; OELKE, C.A.; CARNEIRO, A.P.S. Perfil microbiológico e valores energéticos do milho e silagens de grãos úmidos de milho com adição de inoculantes para suínos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v.29, n.4, p.403-409, 2007.

SAKOMURA, N.K; ROSTAGNO, H.S. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Fundação de apoio à pesquisa, ensino e extensão. 2ª ed., FUNEP: Jaboticabal. 2016, 262p.

SILVA, C.M.; AMARAL, P.N.C.do; BAGGIO, R.A.; TUBIN, J.S.B.; CONTE, R.A.; PIVO, J.C.; KRAHL, G.; ZAMPAR, A.; PAIANO, D. Estabilidade de silagens de grãos úmidos de milho e milho reidratado. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal*, v.17, n.3, p.331-343, 2016.

SCHIMANKO, S.M.; SCHWANS, A.; ALMEIDA, V.E. de. Emprego do conceito de custo de oportunidade na escolha de ração para a produção de leitões. *ABCustos*, v.8, p.83-102, 2013.

SOUZA, R.S.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SCAPIM, C.A.; MARQUES, O.J.; QUEIROZ, D.C.; OKUMURA, R.S.; RECHE, D.L.; CORTINOVE, V.B. Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 3, p. 995-1010, 2013.

TSE, M.L.P.; BERTO, D.A.; TOFOLI, C.A.; WECHSLER, F.S.; TRINDADE NETO, M.A. Valor nutricional da silagem de grãos úmidos de milho com diferentes graus de moagem para leitões na fase de creche. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.6, p.1214-1221, 2006.

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

ZUCHARELLI, C.; PANOFF, B.; PORTUGAL, G.; FONSECA, I. C. B. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de milho doce. Revista Brasileira de Sementes, v.34, n.2, p.480-48, 2012.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.9, p.170-189, 2009.