

# Avaliação nutricional e desempenho da silagem de raiz de mandioca contendo ou não soja integral em dietas para suínos

Marcos Augusto Alves da Silva<sup>1\*</sup>, Antonio Cláudio Furlan<sup>2</sup>, Ivan Moreira<sup>2</sup>, Juliana Beatriz Toledo<sup>2</sup>, Paulo Levi de Oliveira Carvalho<sup>2</sup> e Cláudio Scapinello<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Veterinária e Produção Animal, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Rod. Br 369, km 54, Cx. Postal 261, 86360-000, Bandeirantes, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: silvamaa@yahoo.com.br

**RESUMO.** Dois experimentos foram conduzidos para determinar o valor nutritivo e o desempenho de suínos nas fases de crescimento e período total, alimentados com dietas formuladas com silagem de raiz de mandioca contendo ou não soja integral. No primeiro, foram utilizados 15 suínos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em parcelas (animais) subdivididas no tempo (subparcelas), totalizando cinco tratamentos e seis repetições. Os alimentos avaliados foram silagem de raiz de mandioca (MA), silagem de raiz de mandioca com inoculante (MI), silagem de raiz de mandioca + soja integral (MS) e silagem de raiz de mandioca + soja integral com inoculante (MSI). As silagens apresentaram bons valores nutritivos e o uso de inoculante não foi efetivo para melhorar a digestibilidade dos nutrientes. No segundo, foram utilizados 36 suínos mestiços, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com restrição na casualização para duas classes de peso inicial, com três tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental. Os tratamentos consistiram em ração-testemunha à base de milho e farelo de soja (RT) e outras duas com substituição total do milho por MA e MS. Para fase de crescimento, a conversão alimentar melhorou com o uso das silagens. Conclui-se que as silagens de mandioca, contendo ou não soja integral, apresentam bons valores nutritivos e podem substituir totalmente o milho na ração de suínos nas fases de crescimento e período total.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, amido, desempenho, digestibilidade, valores energéticos.

**ABSTRACT. Nutritional evaluation and performance of cassava root silage with or without whole soybean in swine diets.** Two experiments were carried out to determine the nutritional value and performance of growing and total-period swine fed cassava root silage with or without whole soybean. In the first group, 15 crossbred swine were used, in a completely randomized design with parcels (animals) subdivided in time (subparcels) with five treatments and six replications. The study evaluated cassava root silage (CA), cassava root silage with inoculant (CI), cassava root silage + whole soybean (CS) and cassava root silage + whole soybean with inoculant (CSI). The silage showed good nutritional results and inoculant use was not effective in improving nutrient digestibility. In the second group, 36 crossbred swine were used, distributed in three treatments in a completely randomized design, with six experimental units and two piglets per experimental unit. The treatments consisted of basal corn and soybean meal diet (CD), two diets with total corn replacement by CA and CS. For the growth phase, feed:gain ratio was better with the silages. It was concluded that the use of cassava silage with or without inclusion of whole soybean shows good nutritional results, and CA and CS may totally replace corn in diets of growing and finishing swine.

**Key words:** alternative foods, starch, performance, digestibility, energy values.

## Introdução

O milho é um dos principais componentes das rações de suínos, assim como de outros animais domésticos, contudo, o seu custo, em decorrência de produções limitadas e políticas reguladoras de estoque, entre outros fatores, em determinados anos, tem levado diversos produtores a tentarem utilizar ingredientes alternativos na alimentação animal. Dessa forma, existe o crescente interesse de

pesquisadores na avaliação desses alimentos, para serem utilizados nas dietas de maneira correta e econômica.

A mandioca apresenta-se como potencial ingrediente alternativo para a substituição parcial ou total do milho nas dietas de suínos. A mandioca fresca é excelente fonte de energia para os suínos, nas diferentes fases do ciclo de vida, principalmente nas fases de crescimento e terminação (BUTOLO, 2002).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada praticamente em todo o território brasileiro e possui excelente qualidade nutritiva para a alimentação animal, sendo uma cultura de grande expressão socioeconômica tanto em nível nacional como mundial (MAZZUCO; BERTOL, 2000). O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca com produção de 27 milhões de toneladas em 2007. O maior produtor nacional é o Estado do Pará, com produção aproximada de 5 milhões de toneladas e o Paraná ocupa o terceiro lugar, com a produção de 4,1 milhões de toneladas na safra 2008/2009 (SEAB, 2010).

O uso da mandioca na alimentação animal está limitado pela presença de glicosídeo cianogênico, que sob hidrólise ácida no trato digestório ou sob a ação de enzimas endógenas (linamarase), desdobra-se em acetona, glicose e ácido cianídrico (HCN), que é um produto tóxico e pode levar os animais à morte (MAZZUCO; BERTOL, 2000).

A raiz da mandioca é rica em energia, pobre em proteína, possui baixa quantidade de fibras e elevado coeficiente de digestibilidade da energia e pode ser classificada de acordo com os teores de glicosídeo cianogênico, em dois tipos: mandioca mansa, doce ou de mesa, com teores inferiores a 50 mg kg<sup>-1</sup> de polpa fresca, e brava, amarga ou venenosa, com teores acima de 100 mg kg<sup>-1</sup> de polpa fresca (BUTOLO, 2002).

A ensilagem é um processo de conservação de alimentos, em que as bactérias lácticas fermentam os carboidratos do alimento transformando-os em ácido lático e, em menor extensão em ácido acético. Esses ácidos orgânicos formados na silagem, segundo Rooney e Pflugfelder (1986), podem causar a gelatinização do amido, além de reduzir o teor de HCN em mais de 65% em 29 dias após a ensilagem.

Considerando a boa produção de mandioca nas propriedades agrícolas paranaenses, e que a literatura nacional é escassa com respeito à utilização da silagem de raiz de mandioca na alimentação animal, objetivou-se com este trabalho avaliar, por meio de ensaio de digestibilidade e experimento de desempenho, o uso da silagem de raiz de mandioca contendo ou não soja integral para suínos nas fases de crescimento e período total.

## Material e métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CCA/UEM), Estado do Paraná.

No ensaio de digestibilidade, realizado de 10 a 24 de fevereiro de 2005, foram utilizados 15 suínos, machos castrados, com 46,99 ± 3,42 kg de peso vivo médio inicial. O período experimental teve a duração de cinco dias de adaptação às rações experimentais e às gaiolas, seguidos por dois períodos de coletas de fezes e urina de cinco dias cada.

Os animais foram individualmente alojados em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em parcelas (animais) subdivididas no tempo (subparcelas), totalizando cinco tratamentos, seis repetições, e a unidade experimental foi constituída por um suíno.

Os alimentos avaliados foram silagem de raiz de mandioca (MA), silagem de raiz de mandioca com inoculante enzimo-bacteriano Bacto Silo produzido pela Katec Agrotécnica (MI), silagem de raiz de mandioca + soja integral (MS) e silagem de raiz de mandioca + soja integral com inoculante (MSI), que substituíram, com base na matéria seca, 30% da ração-referência (RR), resultando em quatro rações testes. A variedade de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) utilizada foi a da Fécula Branca cultivada na região.

Para as silagens que sofreram inclusão de soja integral, o grão foi passado em moinho martelo sem peneira e misturou-se 93% de raiz de mandioca triturada com 7% de soja, quantidade suficiente para que a mistura atingisse aproximadamente o nível de proteína bruta do milho grão, 8,68 em 87,45% de matéria seca, segundo Tabelas da Embrapa (1991).

A ração-referência (Tabela 1) foi formulada de acordo com a composição química e os valores energéticos dos ingredientes indicados por Rostagno et al. (2000).

**Tabela 1.** Composições percentual e química da ração-referência.

Ingredientes	%
Milho comum	69,06
Farelo de soja	27,96
Calcário	0,81
Fosfato bicálcico	1,36
Sal	0,40
Supl. Vit. + min. <sup>1</sup>	0,40
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores Calculados</b>	
Proteína bruta, %	18,65
Energia digestível, kcal kg <sup>-1</sup>	3.357
Lisina total, %	0,95
Met + Cis total, %	0,61
Cálcio, %	0,76
Fósforo disponível, %	0,36

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico e mineral crescimento fornecendo por kg do produto. Ác. Fólico 150,0 mg, Vit. A 1.500.000 UI, Vit. D3 - 375.000 UI, Vit. E - 3.750 UI, Vit K3 - 375,0 mg, Vit B1 - 250 mg, Vit B2 - 1.000,0 mg, Vit B6 - 500,0 mg, Vit B12 - 5.000,0 mcg, Ác. Nicotínico 5.000,0 mg, Ác. Pantotênico - 2.000,0 mg, Biotina - 20,0 mg, Selênio - 75,0 mg, Colina - 30,0 g, Antioxidante - 25,0 g, Iodo - 375,0 mg, Cobalto - 250,0 mg, Cobre - 43.750,0 mg, Zinco - 25.000,0 mg, Ferro - 25.000,0 mg, Manganês - 10.000,0 mg.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes, com adição de 2% de óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) às dietas como marcador fecal, permitindo identificar o início e o final do período de coleta de fezes. As fezes totais e a urina foram coletadas uma vez ao dia e armazenadas em congelador a -18°C.

As análises dos alimentos, das fezes e da urina foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA-DZO/UEM), segundo os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002). As determinações de amido foram obtidas de acordo com o método enzimático proposto por Pereira e Rossi (1995). Os valores do pH foram determinados por meio do método preconizado por Phillip e Fellner (1992). Os teores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (PARR, 1984).

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do amido (CDAM) e da energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos avaliados foram calculados, considerando-se o método de coleta total de fezes e urina, conforme Moreira et al. (1994).

Os teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), amido digestível (AMD), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) dos alimentos foram calculados utilizando-se a fórmula de Matterson et al. (1965).

No experimento de desempenho, foram utilizados 36 suínos mestiços, metade, machos castrados e, metade, fêmeas, com peso médio inicial de 32,03 ± 2,91 kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com restrição na casualização para duas classes de peso inicial, com três tratamentos, seis repetições e dois animais por unidade experimental, sendo a unidade experimental formada por um macho e uma fêmea.

Os tratamentos experimentais consistiram de três rações isoenergéticas, isocalóricas, isofosfóricas, isoproteicas e isoaminoácidas para metionina+cistina. Foi utilizada uma ração-testemunha (RT), contendo milho seco e outras duas rações, com substituição total do milho seco por MA e MS, com base nos valores energéticos e convertidos para 87,45% de matéria seca. As rações foram formuladas de acordo com as tabelas de exigências nutricionais propostas por Rostagno et al. (2000), para as fases de crescimento e terminação, como apresentadas na Tabela 2.

As raízes de mandioca utilizadas para a confecção da MA e da MS foram trituradas e ensiladas em silo trincheira com capacidade para 6 toneladas. Para a silagem que sofreu inclusão de soja integral, o grão foi passado em moinho martelo sem peneira e

misturou-se 93% de raiz de mandioca triturada com 7% de soja, quantidade suficiente para que a mistura atingisse aproximadamente o nível de proteína bruta do milho grão, 8,68 em 87,45% de matéria seca.

As silagens MA e MS foram misturadas diariamente, a um concentrado composto pelos demais ingredientes e a água e as rações foram fornecidas à vontade.

Os valores de pH das silagens foram determinados seguindo os procedimentos utilizados por Phillip e Fellner (1992). Os valores de ácido cianídrico e inibidores de tripsina das silagens, antes e após a ensilagem foram determinados, segundo a metodologia de Horwitz (1975) e Rackis et al. (1974), respectivamente.

**Tabela 2.** Composições percentual e química da ração-testemunha (RT) e das rações contendo silagem de raiz de mandioca (MA) e silagem de raiz de mandioca contendo soja integral (MS) para suínos nas fases de crescimento e terminação.

Ingredientes	Crescimento			Terminação		
	RT	MA	MS	RT	MA	MS
Milho <sup>1</sup>	71,77	-	-	74,72	-	-
MA	-	60,69 (122,06) <sup>2</sup>	-	-	63,28 (127,27) <sup>2</sup>	-
MS	-	-	72,85 (142,45) <sup>2</sup>	-	-	75,93 (148,48) <sup>2</sup>
Farinha soja	24,94	34,38	24,30	22,41	32,13	21,63
Óleo soja	0,27	2,09	-	0,30	2,17	-
Fosfato. Bicalcico	1,39	1,51	1,50	1,19	1,32	1,30
Calcário	0,76	0,43	0,45	0,66	0,31	0,33
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Supl. V.M. <sup>3</sup>	0,40	0,40	0,40	0,01	-	-
L-Lisina HCl	0,06	-	-	0,01	0,10	0,10
DL-Metionina	0,01	0,09	0,10	0,01	-	-
Total	100	100	100	100	100	100
Valores calculados						
ED, kcal kg <sup>-1</sup>	3,360	3,360	3,360	3,374	3,374	3,374
PB, %	17,30	17,30	17,30	16,38	16,38	16,38
Lis total%,	0,94	1,06	1,04	0,84	1,00	0,98
Met+Cis total, %	0,61	0,61	0,61	0,59	0,59	0,59
Ca, %	0,75	0,75	0,75	0,65	0,65	0,65
P disponível, %	0,36	0,36	0,36	0,32	0,32	0,32

<sup>1</sup>Valores em 87,45 % de matéria seca. <sup>2</sup>Valores na matéria natural. <sup>3</sup>Suplemento vitamínico e mineral crescimento contendo por kg do produto. Ác. Fólico 150,0 mg, Vit. A 1.500.000 UI, Vit. D3 - 375.000 UI, Vit. E - 3.750 UI, Vit K3 - 375,0 mg, Vit B1 - 250 mg, Vit B2 - 1.000,0 mg, Vit B6 - 500,0 mg, Vit B12 - 5.000,0 mcg, Ác. Nicotínico - 5.000,0 mg, Ác. Pantoténico - 2.000,0 mg, Biotina - 20,0 mg, Selênio - 75,0 mg, Colina - 30,0 g, Antioxidante - 25,0 g, Iodo - 375,0 mg, Cobalto - 250,0 mg, Cobre - 43.750,0 mg, Zinco - 25.000,0 mg, Ferro - 25.000,0 mg, Manganês - 10.000,0 mg, Suplemento vitamínico e mineral terminação por kg do produto. Ác. Fólico 100,0 mg, Vit. A 900.000 UI, Vit. D3 - 310.000 UI, Vit. E - 2.750 UI, Vit K3 - 225,0 mg, Vit B1 - 250 mg, Vit B2 - 500,0 mg, Vit B6 - 300,0 mg, Vit B12 - 3.750,0 mcg, Ác. Nicotínico - 2.100,0 mg, Ác. Pantoténico - 1.750,0 mg, Biotina - 12,5 mg, Selênio - 75,0 mg, Colina - 17,0 g, Antioxidante - 25,0 g, Iodo - 875,0 mg, Cobalto - 250,0 mg, Cobre - 43.750,0 mg, Zinco - 17.500,0 mg, Ferro - 17.500,0 mg, Manganês - 7.000,0 mg.

O consumo diário de ração (CDR), o ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) foram calculados, a partir dos dados de consumo de ração e ganho de peso dos animais durante a fase de crescimento e período total visto que não houve redistribuição dos animais de acordo com o peso ao final da fase de crescimento. Ao final do período experimental, foram abatidos 24 animais, sendo oito animais por tratamento (4 machos e 4 fêmeas), para avaliação das

características de carcaça de acordo com o “Método Brasileiro de Classificação de Carcaças” (ABCS,1973).

O consumo diário de ração, o ganho diário de peso, a conversão alimentar e as características de carcaça foram submetidos à análise de variância, de acordo com o programa SAEG (1997) e para comparação dos resultados obtidos entre os tratamentos, utilizando-se o teste de Tukey a 5%.

## Resultados e discussão

A composição nutricional e os valores de pH dos alimentos avaliados podem ser visualizados na Tabela 3.

Os teores de proteína bruta, fibra bruta e energia bruta da MA e MI foram menores que os encontrados para a MS e MSI, quando convertidos para mesma base de matéria seca (87,45% de matéria seca). Isso ocorreu porque as silagens MS e MSI sofreram inclusão de soja integral, que aumentou os seus teores de energia, fibra, extrato etéreo e proteína bruta em função do óleo, do maior teor de fibra e do maior nível de proteína bruta no grão de soja.

As silagens contendo soja apresentaram, respectivamente, em média, teores de energia e proteína bruta 8,3 e 249,6% superiores às silagens de mandioca sem soja.

Os valores de pH das silagens estudadas podem ser considerados satisfatórios, uma vez que foram inferiores a quatro. Os valores encontrados estão próximos ao citado por Jobim et al. (1997), de 3,6 e 4,0%, respectivamente, para silagens de grãos úmidos de milho.

As silagens MA e MI, corrigidas para 87,45% de matéria seca, apresentaram teores de energia bruta inferiores e proteína bruta superiores àqueles apresentados pela Embrapa (1991), Butolo (2002) e Rostagno et al. (2005), para a raspa de mandioca integral (3.632 kcal kg<sup>-1</sup> e 1,7%; 3.595 kcal kg<sup>-1</sup> e 1,98%; 3.692 kcal kg<sup>-1</sup> e 1,94%, respectivamente). A MA e MI apresentaram teores de energia e proteína bruta

superiores aos relatados pela Embrapa (1991) para a silagem de raiz de mandioca (3.386 kcal kg<sup>-1</sup> e 2,60%).

Os valores de ácidos cianídricos da MA antes e depois de ensilada foram respectivamente, 35,2 e 12,0 mg kg<sup>-1</sup> e dos inibidores de tripsinas da MS antes e depois de ensiladas foram respectivamente, 841,5 e 591,5 UIT g<sup>-1</sup>.

Os teores de ácido cianídrico e inibidores de tripsina diminuíram após o processo de ensilagem, confirmando o efeito positivo da fermentação anaeróbia que ocorre nos processos de ensilagem. Esse efeito está de acordo com Rooney e Pflugfelder (1986), que trabalhando com silagem de folhas e ramos de mandioca, verificou redução de 78% no teor de ácido cianídrico após a ensilagem.

Na Tabela 4, estão apresentados os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do amido (CDA) e da energia bruta (CDEB) e o coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos avaliados.

Os CDEB, CDPB e o CMEB obtidos para os alimentos avaliados, se mostraram inferiores àqueles encontrados nas Tabelas da Embrapa (1991) para a silagem de raiz de mandioca (95,97; 76,67 e 91,49%, respectivamente), com exceção para o CDPB da MA, MS e MSI e o CMEB para a MA que se apresentaram superiores.

Comparando os CDEB, CDPB e o CMEB dos alimentos avaliados, com os apresentados por Rostagno et al. (2005) para a raspa de mandioca integral (84,18; 35,0 e 83,40%, respectivamente), pode-se admitir que o processo de ensilagem melhorou o valor nutricional da mandioca.

De acordo com Jongbloed et al. (2000), a utilização de ácidos orgânicos na dieta, diminui o pH do alimento no trato gastrointestinal, que resulta em maior dissociação dos compostos minerais da dieta, o que proporciona a formação de complexos minerais quelatados, melhora a sanidade do intestino dos animais, reduz a taxa de esvaziamento gástrico, e causa melhora na digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica e maior disponibilidade das cinzas, cálcio e fósforo.

**Tabela 3.** Teores de matéria seca, proteína bruta, amido, extrato etéreo, fibra bruta, cálcio, fósforo total, energia bruta e valor de pH dos alimentos avaliados (MA, MI, MS e MSI)<sup>1</sup>, na matéria natural e convertidos para 87,45 % de matéria seca.

Parâmetros	MA <sup>2</sup>	MI <sup>2</sup>	MS <sup>2</sup>	MSI <sup>2</sup>	MA <sup>3</sup>	MI <sup>3</sup>	MS <sup>3</sup>	MSI <sup>3</sup>
Matéria seca, %	46,15	45,75	45,37	44,15	87,45	87,45	87,45	87,45
Proteína bruta, %	1,72	1,77	4,29	4,23	3,27	3,39	8,27	8,36
Amido, %	39,58	39,06	33,30	33,72	75,01	74,65	64,18	66,79
Extrato etéreo, %	0,13	0,12	1,61	1,49	0,24	0,22	3,12	3,11
Fibra bruta, %	1,26	1,36	1,87	2,06	2,39	2,60	3,61	4,08
Cálcio, %	0,08	0,08	0,08	0,08	0,15	0,15	0,16	0,16
Fósforo total, %	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,07	0,10	0,10
Energia bruta, kcal kg <sup>-1</sup>	1.873	1.845	2.002	1.922	3.550	3.527	3.858	3.806
pH	3,90	3,84	3,98	3,97	-	-	-	-

<sup>1</sup>MA = silagem de raiz de mandioca, MI = silagem de raiz de mandioca com inoculante, MS = silagem de raiz de mandioca + soja integral e MSI = silagem de raiz de mandioca + soja integral com inoculante. <sup>2</sup>Valores na matéria natural. <sup>3</sup>Valores convertidos para 87,45% de matéria seca conforme os dados apresentados pela tabela da Embrapa (1991) para o milho (grão).

**Tabela 4.** Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do amido (CDA), da energia bruta (CDEB) e coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB) dos alimentos avaliados.

Parâmetros	MA <sup>1</sup>	MI <sup>1</sup>	MS <sup>1</sup>	MSI <sup>1</sup>	CV, % <sup>2</sup>
CDMS, %	95,26	94,08	94,38	95,09	2,79
CDPB, %	79,52	75,01	87,55	84,56	7,95
CDA, %	100	100	100	100	-
CDEB, %	94,31	93,07	91,78	91,46	3,03
CMEB, %	92,96	90,39	89,67	88,77	3,51

<sup>1</sup>MA = silagem de raiz de mandioca, MI = silagem de raiz de mandioca com inoculante, MS = silagem de raiz de mandioca + soja integral e MSI = silagem de raiz de mandioca + soja integral com inoculante. <sup>2</sup>Coefficiente de variação.

Com o atraso no esvaziamento estomacal, é possível que as enzimas digestivas, como a amilase salivar (HOLMES et al., 1974), pepsina e lipase pancreática (SOLOMON, 1994), possam agir por mais tempo. Além disso, provavelmente, a ação das enzimas digestivas seja mais eficiente nas partículas úmidas do alimento (HOLMES et al., 1973).

A digestibilidade do amido dos alimentos avaliados foi considerada total, concordando com os resultados de Holmes et al. (1973), que relataram que a concentração de 10 g kg<sup>-1</sup> de amido nas fezes representou menos de 0,2% do amido ingerido, tornando a acurácia da mensuração difícil, ao assumir, a digestão completa do amido. A maior digestibilidade do amido da mandioca ensilada deve-se, sobretudo, à ausência da matriz proteica no grão de amido deste ingrediente, pois, conforme Rooney e Pflugfelder (1986), as matrizes de proteína e os corpos proteicos presentes no endosperma dos grãos afetam a utilização deste carboidrato pelos animais. Essa maior digestibilidade também pode ser atribuída à ação dos ácidos orgânicos formados na silagem, pois, segundo estes autores, o amido pode ser gelatinizado pela ação de agentes químicos, como por exemplo: os ácidos orgânicos.

Os coeficientes de digestibilidade das silagens testadas não sofreram efeito da inclusão de inoculante enzimo-bacteriano, pois a raiz de mandioca possui grande quantidade de amido de fácil fermentação pelas bactérias. Por não apresentar diferença nos coeficientes de digestibilidade, optou-se em não colocar o inoculante nas silagens utilizadas no experimento de desempenho.

Para comparação dos dados obtidos (Tabela 5), com os da literatura, os teores de nutrientes digestíveis e os de outros autores foram convertidos para 87,45% de

matéria seca, baseada na matéria seca do milho, de acordo com a tabela da Embrapa (1991).

As silagens MS e MSI apresentaram em média 196 kcal de energia digestível kg<sup>-1</sup> e 4,59% de proteína digestível e 175 kcal de energia metabolizável kg<sup>-1</sup> maiores que os das MA e MI, pois com a inclusão de soja integral na silagem de raiz de mandioca, os teores de energia e proteína destas silagens aumentaram, melhorando os valores nutricionais das mesmas.

Comparando os valores de proteína digestível, energia digestível e energia metabolizável dos alimentos avaliados com os apresentados pela Embrapa (1991) para a silagem de raiz de mandioca de 1,99%, 3.250 e 3.098 kcal kg<sup>-1</sup>, respectivamente, observou-se que os valores de MA, MI, MS e MSI determinados apresentaram-se superiores.

Os valores de PD, ED e EM das silagens testadas apresentaram-se superiores aos valores encontrados nas tabelas de Rostagno et al. (2005), de 0,87; 3.040 e 3.012 kcal kg<sup>-1</sup>, para a raspa integral de mandioca, pois o processo de ensilagem melhora a disponibilidade dos nutrientes.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores de pH das rações e os resultados de desempenho dos suínos para fase de crescimento e período total.

Na fase de crescimento, o CDR e o GDP não diferiram entre os animais dos diferentes tratamentos experimentais, pois as rações eram isoenergéticas, isocalcicas, isofosfóricas, isoproteicas e isoaminoacídicas para metionina+cistina.

Em contradição aos resultados encontrados nesse experimento, Nicolaiewsky et al. (1986) verificaram redução no ganho diário de peso e no consumo de alimento com a utilização de silagem de mandioca na alimentação de suínos em crescimento, mas não na terminação.

A CA dos animais que receberam com MA e MS foi melhor do que as dos animais alimentados com a ração-testemunha, provavelmente pela ausência de inibidores de tripsina, a queda do pH nas silagens e ao perfil do amido da mandioca, visto que a digestibilidade deste nutriente é inversamente proporcional à quantidade de amilose, que no milho está presente em maior quantidade.

**Tabela 5.** Teores de matéria seca digestível (MSD), proteína digestível (PD), amido digestível (AMD) e energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) dos alimentos avaliados (MA, MI, MS e MSI)<sup>1</sup> na matéria natural e em 87,45% de matéria seca.

Nutrientes	MA <sup>2</sup>	MI <sup>2</sup>	MS <sup>2</sup>	MSI <sup>2</sup>	MA <sup>3</sup>	MI <sup>3</sup>	MS <sup>3</sup>	MSI <sup>3</sup>
MSD, %	43,96	43,04	42,82	41,98	83,30	82,27	82,54	83,16
PD, %	1,37	1,33	3,76	3,58	2,60	2,54	7,24	7,07
AMD, %	39,58	39,06	33,30	33,72	75,01	74,65	64,18	66,79
ED, kcal kg <sup>-1</sup>	1.766	1.717	1.838	1.758	3.348	3.283	3.541	3.481
EM, kcal kg <sup>-1</sup>	1.741	1.668	1.795	1.706	3.300	3.188	3.459	3.379

<sup>1</sup>MA = silagem de raiz de mandioca, MI = silagem de raiz de mandioca com inoculante, MS = silagem de raiz de mandioca + soja integral e MSI = silagem de raiz de mandioca + soja integral com inoculante. <sup>2</sup>Valores na matéria natural. <sup>3</sup>Valores convertidos para 87,45% de matéria seca. <sup>4</sup>Não-determinado.

**Tabela 6.** Consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP), conversão alimentar (CA) e valores médios de pH das rações experimentais (RT, MA e MS)<sup>1</sup> para suínos em fase de crescimento e período total.

Variáveis	Tratamentos			CV <sup>2</sup>
	RT	MA	MS	
	Crescimento			
CDR, kg dia <sup>-1</sup>	2,064	2,044	1,941	6,783
GDP, kg dia <sup>-1</sup>	0,825	0,893	0,834	8,022
CA	2,512 <sup>a</sup>	2,291 <sup>b</sup>	2,329 <sup>b</sup>	3,952
pH	5,54	4,70	4,47	-
	Período Total			
CDR, kg dia <sup>-1</sup>	2,237	2,193	2,132	7,70
GDP, kg dia <sup>-1</sup>	0,801	0,833	0,778	6,87
CA	2,797	2,640	2,743	5,43
pH	5,43	4,69	4,48	-

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas são diferentes ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>RT = ração à base de milho e farelo de soja, MA = ração com silagem de raiz de mandioca, MS = ração com silagem de raiz de mandioca com inclusão de soja integral. <sup>2</sup>Coefficiente de Variação.

Essa menor digestibilidade pode estar relacionada com a capacidade da amilose em limitar a incubação e/ou pela orientação das moléculas de amilose em direção ao interior dos cristais de amilopectina, que causa aumento nas ligações de hidrogênio, o que limitaria a exudação das moléculas e a hidrólise enzimática (VAN SOEST, 1994).

Para o período total, não foi observada diferença entre os tratamentos, o que está de acordo com os resultados de Nicolaiewsky et al. (1989) que, ao trabalharem com substituição total do milho por silagem de raiz de mandioca em rações para suínos em crescimento e terminação, também não detectaram diferença no desempenho.

Na Tabela 7, estão apresentados os resultados de características de carcaça dos suínos alimentados com rações RT, MA e MS.

**Tabela 7.** Características de carcaça de suínos no final da fase de terminação, alimentados com ração-testemunha (RT) e rações contendo silagem de raiz de mandioca (MA) e silagem de raiz de mandioca contendo soja integral (MS).

Variáveis	Tratamentos			CV <sup>1</sup>
	RT	MA	MS	
Peso médio de abate, kg	85,83	86,81	82,79	7,06
Peso médio de carcaça quente, kg	71,21	71,63	67,71	7,25
Rendimento de carcaça, %	79,74 <sup>a</sup>	78,86 <sup>ab</sup>	78,25 <sup>b</sup>	1,35
Espessura de toucinho, mm	2,46	2,39	2,09	17,50
Área de olho de lombo, cm <sup>2</sup>	37,37	37,29	35,45	10,48
Área de gordura, cm <sup>2</sup>	18,19	17,05	14,72	25,87
Relação carne gordura <sup>-1</sup>	0,49	0,46	0,43	29,35

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ). <sup>1</sup>Coefficiente de Variação.

Para as características de carcaça não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre as rações RT e MS, com exceção do rendimento, pois os animais alimentados com silagem de raiz de mandioca contendo soja integral apresentaram menor valor.

Carvalho et al. (2000) constataram que as características de carcaça não foram afetadas com a inclusão de até 45 e 64% de raspa integral de

mandioca na dieta de suínos em crescimento e terminação, respectivamente.

## Conclusão

O uso de inoculante enzimo-bacteriano não melhora a digestibilidade dos nutrientes das silagens de raiz de mandioca contendo ou não soja integral.

A silagem de raiz de mandioca, contendo ou não soja integral, apresenta bons valores nutritivos e pode substituir totalmente o milho na ração de suínos nas fases de crescimento e período total.

## Referências

- ABCS-Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaça**. Estrela: ABCS, 1973. (Publicação técnica, n. 2).
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agros Comunicação, 2002.
- CARVALHO, L. E.; GADELHA, J. A.; ESPÍNDOLA, G. B.; BASTOS, F. J. S.; PINHEIRO, M. J. P. Raspa integral de mandioca para suínos na fase de terminação. **Ciência Agrônômica**, v. 31, n. 1-2, p. 96-103, 2000.
- EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – CNPSA. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. ed. Embrapa, 1991.
- HOLMES, J. G.; BAYLEY, H. S.; HORNEY, F. D. Digestion and absorption of dry and high-moisture maize diets in the small and large intestine of the pig. **British Journal of Nutrition**, v. 30, n. 3, p. 401-410, 1973.
- HOLMES, J. G.; BAYLEY, H. S.; HORNEY, F. D. Digestion of dry and high-moisture maize diets in stomach of the pig. **British Journal of Nutrition**, v. 32, n. 3, p. 639-646, 1974.
- HORWITZ, W. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 12<sup>th</sup> ed. Gaithersburg: AOAC, 1975.
- JOBIM, C. C.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Presença de microrganismos na silagem de grãos úmidos de milho ensilados com diferentes proporções de sabugo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 201-204, 1997.
- JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; VAN DER WEIJ-JONGBLOED, R.; KEMME, P. A. The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1-2, p. 113-122, 2000.
- MATTERSON, L. D.; POTTER, L. M.; STUTZ, M. W.; SINGSEN, E. P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut, University

- of Connecticut, Agricultural Experiment Station. **Research Report**, v. 7, n. 1, p. 11-14, 1965.
- MAZZUCO, H.; BERTOL, T. M. **Mandioca e seus subprodutos na alimentação de aves e suínos**. Concórdia: Embrapa/CNPQA, 2000. (Circular técnica, 25).
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; COELHO, D. T.; TAFURI, M. L. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processados pelo calor. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n. 6, p. 916-929, 1994.
- NICOLAIEWSKY, S.; D'AGOSTIN, J.; CAETANO, L. A. P. Substituição parcial ou total do milho por farinha de mandioca em rações para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 15, n. 3, p. 179-183, 1986.
- NICOLAIEWSKY, S.; D'AGOSTIN, J.; CAETANO, L. A. P. Raiz de mandioca conservada (silagem) na alimentação de suínos entre 20 e 35 kg peso vivo. Experimento II. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 4, p. 340-345, 1989.
- PARR Instruments Co. **Instructions for the 1241 and 1242 adiabatic calorimeters**. Moline, 1984. (Parr Manual, 153).
- PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v. 27, n. 5, p. 1303-1309, 1968.
- PEREIRA, J. R. A.; ROSSI, J. R. P. **Manual prático da avaliação nutricional dos alimentos**. Piracicaba: Fealq, 1995.
- PHILLIP, L. E.; FELLNER, V. Effects of bacterial inoculation of high moisture ear corn on its aerobic stability, digestion and utilization for growth by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 10, p. 3178-3187, 1992.
- RACKIS, J. J.; MCGHEE, J. E.; LIENER, I. E.; KAKADE, M. L.; PUSKI, G. Problems encountered in measuring trypsin inhibitor activity of soy flour. Report of a collaborative analysis. **Cereal Science Today**, v. 19, n. 11, p. 513-515, 1974.
- ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, 1986.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV, 2000.
- 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**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- SAEG-Sistema de análises estatísticas e genéticas. **Versão 7.1**. Viçosa: UFV, 1997. (Manual do usuário).
- SEAB-Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná/DERAL/CEPA/PR 2010. **Análise da conjuntura agropecuária safra 2009/2010**. Disponível em: <[www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca\\_2009\\_10.pdf](http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/mandioca_2009_10.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2010.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, J. S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2002.
- SOLOMON, T. E. Control of exocrine pancreatic secretion. In: JOHNSON, L. R. (Ed.). **Physiology of the gastrointestinal tract**. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Raven Press, 1994. p. 1499-1529.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Ithaca: Cornell University, 1994.

Received on August 24, 2009.

Accepted on April 20, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.