

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 15/08/2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

FIBRA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA SUÍNOS PESADOS EM RESTRIÇÃO
ALIMENTAR QUALITATIVA

Maryane Sespere Faria de Oliveira
Zootecnista

2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

FIBRA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA SUÍNOS PESADOS EM RESTRIÇÃO
ALIMENTAR QUALITATIVA

Maryane Sespere Faria de Oliveira

Orientador: Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias- UNESP, câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Oliveira, Maryane Sespere Faria
O48f Fibra da cana-de-açúcar para suínos pesados em restrição alimentar qualitativa. / Maryane Sespere Faria de Oliveira. – – Jaboticabal, 2016
xi, 71 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientador: Maria Cristina Thomaz

Banca examinadora: Fábio Enrique Lemos Budiño, Jane Maria Bertocco Ezequiel, Luciano Hauschild, Pedro Henrique Watanabe
Bibliografia

1. Carcaça. 2. Fibra dietética. 3. Nutrição. 4. Suínos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.5:636.4



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

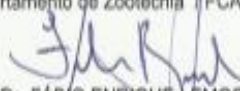
TÍTULO DA TESE: FIBRA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA SUÍNOS PESADOS EM RESTRIÇÃO ALIMENTAR QUALITATIVA.

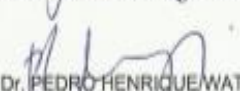
AUTORA: MARYANE SESPERE FARIA DE OLIVEIRA

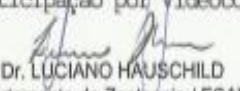
ORIENTADORA: MARIA CRISTINA THOMAZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dr. FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO
Instituto de Zootecnia / APTA / Nova Odessa/SP


Prof. Dr. PEDRO HENRIQUE WATANABE
UFC / Universidade Federal do Ceará - Fortaleza/CE
Participação por Videoconferência


Prof. Dr. LUCIANO HAUSCHILD
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Prof. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 15 de fevereiro de 2016

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MARYANE SESPERE FARIA DE OLIVEIRA – nascida em 28 de Dezembro de 1986, na cidade de Cuiabá- MT, filha de Sebastião Jeronimo de Oliveira e Eva Maria Sespere de Oliveira, concluiu o ensino médio em 2003 na escola La Salle, na cidade de Rondonópolis- MT. Graduiu-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso- Câmpus de Rondonópolis-MT em Março de 2009. Em Agosto deste mesmo ano, ingressou no curso de Mestrado em Ciência Animal, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, pela Universidade Federal de Mato Grosso- Câmpus de Cuiabá-MT, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), obtendo o título de Mestre em Julho de 2011. Em março de 2012, iniciou o curso de Doutorado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP- Câmpus de Jaboticabal, na área de Nutrição de Monogástricos, sob orientação da Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz. Durante o curso de doutorado, a autora foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em janeiro de 2015, realizou estágio de pesquisa no exterior, na University of Illinois- USA, por oito meses, a qual foi bolsista da CAPES.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

Marthin Luther King

À minha família: meus pais Sebastião Jerônimo e Eva Maria por todo apoio em minhas escolhas, amor incondicional, dedicação, paciência e compreensão. Acima de tudo, por serem a minha maior referência;

À minha querida irmã Luana pelo companheirismo e amor;

À minha avó materna Eugênia (*in memoriam*) por olhar por mim onde estiver;

À minha avó paterna Maria Cecília por lembrar de mim sempre em suas orações.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida;

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo permitindo a realização dessa conquista;

À minha irmã, Luana, pela amizade e por compartilharmos bons momentos;

À minha família de Ribeirão Preto, Aparecida, Laura, Vanessa, pelo carinho, dedicação, amizade e serem muitas vezes a minha segunda casa;

À Profa. Dra. Maria Cristina Thomaz, pela orientação, e por contribuir com a minha formação profissional e pessoal;

À FAPESP, pelo auxílio (2012/18488-7) e bolsa concedida (2012/13164-9), permitindo a realização dos experimentos e execução da tese;

Às Professoras Jane Maria Bertocco Ezequiel, Hirasilva Borba e Euclides Braga Malheiros por concederem o laboratório para análises, auxiliarem na metodologia e estatística do trabalho;

Aos Professores Luciano Hauschild, Jane Bertocco Ezequiel, Fábio Enrique Budiño e Pedro Henrique Watanabe por contribuírem com valiosas sugestões à tese;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa sanduíche concedida para o estágio na University of Illinois por oito meses, permitindo enriquecimento profissional e pessoal;

I would like to express my gratefulness to Dr. Hans H. Stein, for giving me this amazing opportunity to be a part of his lab. I appreciate it.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da FCAV-Unesp, Sr. Wilson e José, pela grande ajuda durante todo período de experimento e pela amizade cultivada. Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural pelo auxílio durante o experimento com biodigestores;

Aos estagiários, Carlos Arnaldo, Jade, Thaísa, Welex, Leury por toda ajuda concedida durante o experimento;

À secretária da diretoria, Marta Helena por sempre ser tão prestativa com os alunos.

Aos colegas de grupo de pesquisa, Everton, Fabrício Castellini, Marco, Vivian, Daniela, Fabrício Faleiros, Patrícia e Manuela pelo trabalho em equipe que desenvolvemos nesses quatro anos;

Aos amigos de Jabuka Carol Nebo, Sarah, Daniela, Patrícia, Marco, Fabricinho, Thaís, Ariana, Rafael pelos momentos de alegria que sempre compartilhamos juntos.

À todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização dessa conquista.

MUITO OBRIGADA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 014859/12 do trabalho de pesquisa intitulado "**Bagaço de cana-de-açúcar para suínos pesados em programa de restrição alimentar qualitativa**", sob a responsabilidade da Profª Drª Maria Cristina Thomaz está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 03 de julho de 2012.

Jaboticabal, 03 de julho de 2012.

Prof. Dr. Andriago Barboza De Nardi
Coordenador - CEUA

Sumário

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Importância da restrição energética para suínos abatidos pesados	2
2.2. Fibra dietética na nutrição de suínos.....	4
2.2.1. Fibra dietética sobre o desempenho de suínos em terminação.....	5
2.2.2. Fibra dietética sobre as características de carcaça e qualidade de carne de suínos em terminação.....	6
2.3. Cana-de-açúcar na alimentação de suínos	7
3. AGRADECIMENTOS.....	8
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
CAPÍTULO 2 – Valor nutritivo de fibra da cana-de-açúcar e a sua inclusão em dietas de suínos abatidos pesados sobre a digestibilidade das dietas, o tempo de trânsito gastrointestinal e o desempenho	12
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS	15
2.1. Experimento 1: Composição e digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar.....	15
2.1.1. Dietas e animais e procedimentos experimentais	15
2.1.2. Preparo das amostras e análises químicas.....	17
2.2. Experimento 2: Desempenho, digestibilidade e taxa de passagem das dietas experimentais	18
2.2.1. Dietas, animais e procedimentos experimentais	18
2.2.2. Preparo das amostras e análises químicas.....	22
2.3. Análises estatísticas.....	22
3. RESULTADOS	23
4. DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO.....	29
6. AGRADECIMENTOS.....	29
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

CAPÍTULO 3 – Níveis de fibra da cana-de-açúcar sobre o peso dos órgãos do sistema digestório, as características de carcaça e a qualidade da carne de suínos abatidos pesados	32
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
1. INTRODUÇÃO.....	34
2. MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1. Instalações, animais e dietas experimentais.....	35
2.2. Manejo e abate dos animais.....	38
2.3. Pesos dos órgãos do sistema digestório	38
2.4. Características de carcaça	38
2.5. Qualidade da carne	39
2.5.1. Análise do perfil de ácidos graxos da carne	40
2.4. Análises estatísticas	41
3. RESULTADOS	41
4. DISCUSSÃO	45
5. CONCLUSÃO	48
6. AGRADECIMENTOS.....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CAPÍTULO 4- Fibra da cana-de-açúcar em dietas para suínos em terminação sobre as características das fezes e o potencial de produção de biogás.....	52
RESUMO	52
ABSTRACT.....	53
1. INTRODUÇÃO.....	54
2. MATERIAL E MÉTODOS	55
2.1. Instalações, animais e dietas experimentais.....	55
2.2. Composição e características das fezes	58
2.4. Análise da composição do biogás produzido.....	61
2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas	61
3. RESULTADOS	62
4. DISCUSSÃO	66
5. CONCLUSÃO	69
6. AGRADECIMENTOS.....	69
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

FIBRA DA CANA-DE-AÇÚCAR PARA SUÍNOS PESADOS EM RESTRIÇÃO ALIMENTAR QUALITATIVA

RESUMO – Foram conduzidos três experimentos com o objetivo de avaliar a composição nutricional e energética da fibra da cana-de-açúcar, os efeitos de sua inclusão em dietas para suínos submetidos a um programa de restrição alimentar qualitativa e abatidos com 130kg, bem como, os efeitos sobre a produção de biogás a partir dos dejetos destes. O primeiro experimento, avaliou a composição e o valor nutricional da fibra da cana-de-açúcar, sendo utilizados 20 suínos com peso inicial de $77,55 \pm 1,74$ kg, foram distribuídos em dois tratamentos (dieta basal e dieta teste, com inclusão de 30% de fibra da cana-de-açúcar) e 10 repetições. No segundo experimento avaliou-se o desempenho dos animais e as características e qualidade da carne. Cinquenta suínos, com peso inicial de $79,33 \pm 6,22$ kg e final de $123,37 \pm 11,18$ kg, foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com cinco dietas experimentais (0, 5, 10, 15 e 20% de fibra da cana-de-açúcar) e 10 repetições. O terceiro experimento avaliou a produção de biogás e os seus potenciais de produção, utilizou-se 40 biodigestores tipo batelada, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 5, 10, 15 e 20% de fibra da cana-de-açúcar) e oito repetições. Os baixos teores de nutrientes e energia digestíveis da fibra da cana-de-açúcar reduziu os coeficientes de digestibilidade das dietas experimentais. Consequentemente, houve piora no desempenho e menor peso final para o abate. Assim, os pesos de carcaça quente, do pernil e da quantidade de carne magra foram reduzidos, à medida que houve aumento nos níveis de fibra da cana-de-açúcar nas dietas. No entanto, melhora nas características de carcaça como diminuição da espessura de toucinho e aumento da relação carne/gordura foram observadas, sem alterar os parâmetros de qualidade da carne. Os teores de minerais nas fezes, foram reduzidos, mas as excreções de resíduos aumentaram, à medida que houve aumento nos níveis de fibra da cana-de-açúcar nas dietas. A produção de biogás e metano, bem como, seus potenciais de produção não sofreram influência das dietas experimentais. Portanto, a utilização da fibra da cana-de-açúcar em programas de restrição alimentar qualitativa para suínos abatidos pesados melhora a qualidade das carcaças dos animais e reduz os teores de minerais nas fezes, mas a

diminuição no desempenho aumenta os dias necessários para os animais atingirem o peso desejável (130 kg) para o abate.

Palavras-chave: carcaça, fibra dietética, nutrição, suínos

SUGARCANE FIBER FOR HEAVY SWINE IN QUALITATIVE FEED RESTRICTION PROGRAM

ABSTRACT – Three trials were realized to evaluate the nutritional composition and energy value of sugarcane fiber, the effects of their inclusion in diets for finishing swine for late slaughter, in a qualitative feed restriction program, and the effects on the production of biogas from the waste of these. The first trial, was conducted to evaluate the composition and nutritional value of the sugarcane fiber, being used 20 pigs with initial weight of 77.55 ± 1.74 kg were distributed into two experimental diets (basal diet and test diet with inclusion of 30% sugarcane fiber) and 10 replicates. In the second experiment evaluated the animal performance, carcass traits and meat quality. Fifty barrows with initial body weight of 79.33 ± 6.22 kg and final body weight of 123.37 ± 11.18 kg were allocated in a randomized block design with five experimental diets (0, 5, 10, 15 and 20% of sugarcane fiber) and 10 replicates. The third experiment evaluated the production of biogas and its production potencial, 40 biodigesters type batch were distributed in a completely randomized design with five treatments (0, 5, 10, 15 and 20% of sugarcane fiber) and eight replications. The low levels of nutrients and digestible energy of the sugarcane fiber reduced the digestibility coefficients of experimental diets, they got worse performance and consequently lower final weight for slaughter. Thus the carcass weight, the ham weight and the amount of lean meat were reduced, as there was an increase in fiber levels of sugarcane in the diets. However, improvement in carcass traits such as decreased backfat thickness and increase of the ratio meat / fat were observed without changing the meat quality parameters. The mineral contents in the feces were reduced, but the waste excretions increased as there was an increase in fiber levels of sugarcane in the diets. The production of biogas and methane, as well as their production not influenced by the diets. Therefore, the use of sugarcane fiber in qualitative feeding programs for heavy swine improves the quality of animal carcasses and reduces the mineral content in the feces, but the worse performance increases the days required to reach the weight desirable (130 kg) for slaughter.

Key-words: carcass, dietary fiber, nutrition, swine

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A prática do abate de suínos com 130kg vem sendo adotada por muitas indústrias. Melhorias no material genético, na sanidade e no manejo alimentar têm viabilizado a manutenção dos suínos na granja até alcançarem maior peso de abate. Essa mudança, vem em decorrência das exigências de mercado por maiores quantidades de cortes nobres e carnes mais magras na carcaça, assim, a tipificação e a bonificação por carcaças de melhor qualidade estão se tornando práticas comuns no mercado da carne suína (FACCO, 2003).

Por outro lado, o peso de abate está relacionado diretamente com a quantidade de gordura na carcaça dos suínos. Desta forma, a produção de suínos pesados deve estar vinculada às estratégias nutricionais que otimizem o rendimento de carne magra nas carcaças.

Nesse sentido, a inclusão de ingredientes fibrosos nas dietas de suínos pesados, tem sido uma estratégia utilizada, a fim de reduzir o teor de energia da dieta, limitando a deposição de gordura na carcaça (XANDÉ et al., 2009). Diversos estudos (GOMES et al., 2007; MOREIRA, et al., 2007, FRAGA, et al., 2008a,b) evidenciaram melhora na carcaça de suínos, quando avaliaram ingredientes fibrosos como estratégia de diluição energética das dietas.

No entanto, a inclusão de 10% de polpa cítrica nas dietas de suínos pesados, aumentou o ganho diário de peso, mas não aumentou a quantidade de carne magra nas carcaças (WATANABE et al., 2010a,b). Os efeitos controversos na utilização de fibra para suínos, podem ser explicados pelos diferentes modos de atuação dos componentes da fibra, que variam de acordo com cada ingrediente fibroso.

Outro ponto favorável na utilização da fibra, é que a sua utilização aumenta a quantidade de fezes produzidas, mas reduz as concentrações de minerais nas fezes, como nitrogênio, fósforo e potássio, diminuindo seu poder poluente, isso foi observado por Fraga et al. (2009), quando adicionaram 20% de casca de arroz nas dietas de suínos. Além disso, de acordo com Castellini (2015), a produção de metano pode ser reduzida quando inclui 27% de farelo de acerola nas dietas de suínos em terminação.

A grande disponibilidade da cana-de-açúcar no estado de São Paulo, faz com que o bagaço, subproduto resultante do processamento da cana, possa ser uma alternativa de inclusão em dietas de suínos pesados. Porém, é importante entender os efeitos da fibra dietética constituinte deste ingrediente e o seu aproveitamento pelos animais, para obtenção de ótimo rendimento em carne na produção de suínos (OWUSU-ASIEDU et al., 2006).

Nesse sentido, objetivou-se com o presente estudo, avaliar os efeitos da utilização da fibra da cana-de-açúcar como ingrediente alternativo de dietas para suínos com elevado peso de abate, por meio de três experimentos. O primeiro para determinar a composição química e os valores nutricionais do ingrediente, o segundo para verificar o efeito da inclusão da fibra de cana-de-açúcar em diferentes níveis (0, 5, 10, 15 e 20%) sobre a digestibilidade das dietas, o tempo de trânsito gastrointestinal, o desempenho, os pesos dos órgãos do sistema digestório, as características da carcaça e a qualidade da carne. E o terceiro experimento, para avaliar o potencial de impacto ambiental das fezes e a produção de biogás.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da restrição energética para suínos abatidos pesados

O abate de suínos pesados, com cerca de 130 kg de peso vivo, tem sido praticado por muitas indústrias, por apresentar vantagens como maior oferta de carne com o mesmo número de animais produzidos. Além disso, possibilita o desenvolvimento de cortes mais elaborados e produtos processados (BACH KNUDSEN, 2009). Para a indústria, a melhora na qualidade de carcaça dos animais está ligada ao maior valor agregado aos produtos, aumentando assim, a lucratividade do setor como um todo (CANTARELLI et al., 2008).

No entanto, quando não adotado um manejo alimentar adequado na granja para o acabamento desses animais, esta prática torna-se inviável. Isso porque, a qualidade da carcaça dos suínos é influenciada pelo peso e pela idade desses animais. A deposição proteica diária do suíno aumenta depois dos 18kg de peso vivo,

alcança um limite superior (plateau), que ocorre em torno dos 60 a 70kg, e depois diminui (Figura 1). Em contrapartida, o consumo de alimento aumenta nesta fase, e toda energia consumida que exceder ao potencial de ganho máximo em carne é utilizada para deposição de gordura (FÁVERO; BELLAVER, 2001).

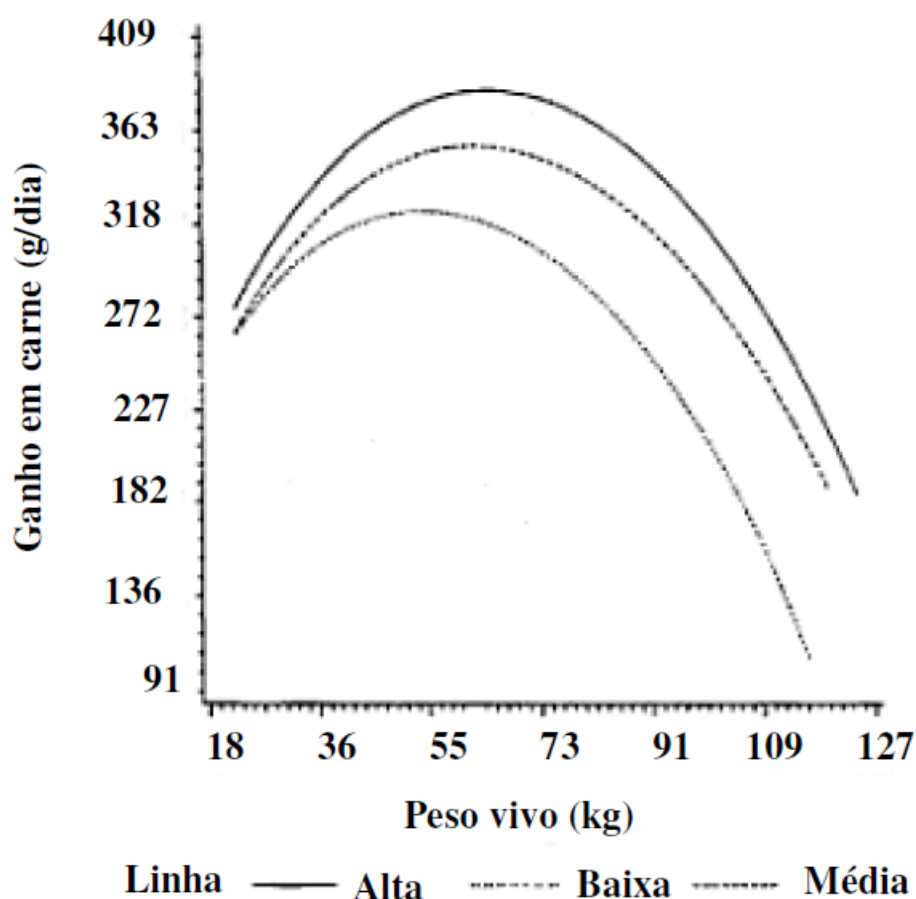


Figura 1. Curvas de crescimento em carne de genótipos com alto, médio e baixo potencial de deposição de carne (FÁVERO; BELLAVER, 2001).

Assim, a prática da restrição do consumo de energia pelos animais nessa fase, é importante para melhoria das carcaças. A redução do consumo energético pode ser feita por meio da restrição quantitativa de alimento, controlando-se, portanto, a quantidade de ração fornecida ou pela restrição qualitativa, em que a diluição energética pode ocorrer por meio da inclusão de um ingrediente fibroso na ração.

A implantação da restrição alimentar quantitativa necessita de estruturas apropriadas nas baias, por requerer um manejo controlado de ração para cada animal, com consequente adequação de espaço no comedouro, o que pode inviabilizar sua implantação. Além disso, a privação do alimento para suínos pode repercutir em distúrbios comportamentais, prejudicando seu bem-estar (RAMONET et al., 1999). Por outro lado, a restrição alimentar qualitativa tem mostrado ser eficiente na redução de gordura nas carcaças, além de trazer benefícios para o bem-estar dos animais.

Moreira et al. (2007) avaliaram três níveis de restrição energética (3.200, 2.960 e 2.720 kcal/kg de energia metabolizável) por meio da inclusão de casca de arroz e verificaram que a restrição energética não prejudicou o desempenho dos animais e as características de carcaça. Por outro lado, a restrição energética (3.407, 3.240, 3.060, 2.890 e 2.720 kcal/kg de energia digestível) por meio de inclusão de até 20% de casca de arroz, reduziu o ganho diário de peso dos animais, mas mostrou-se eficiente no aumento de produção de carne magra (FRAGA et al., 2008). A inclusão da casca de soja (0, 8, 16 e 24%), como diluidor energético nas dietas de suínos em terminação promove também aumento na porcentagem de carne magra e reduz a espessura de toucinho nas carcaças (CASTELINI, 2011).

2.2. Fibra dietética na nutrição de suínos

A definição fisiológica de fibra dietética refere-se aos componentes dietéticos resistentes à digestão por enzimas secretadas por aves, mamíferos monogástricos e peixes (BACH KNUDSEN et al., 1997). Quimicamente, a fibra dietética pode ser entendida como a soma dos polissacarídeos não amiláceos (PNA) e da lignina, presentes nos ingredientes (BACH KNUDSEN, 2001).

Enquanto o amido é formado apenas por moléculas de glicose, a fibra dietética pode ser constituída por nove principais carboidratos, sendo os principais, a celulose, hemicelulose, pectinas, arabinoxilanas, β -glucanas, xiloglucanas, ramnogalacturanas e arabinogalactanas (ENGLYST, 1989). Nas análises para determinação da fibra dietética é comum caracterizá-la de acordo com sua solubilidade, a qual varia principalmente devido à presença dos PNA, sendo, então, classificadas como solúveis e insolúveis.

Os PNA solúveis, as quais incluem hemicelulose e pectinas, são caracterizados por serem altamente fermentável e terem a capacidade de aumentar a viscosidade do quimo e o tempo de retenção da digesta no trato gastrintestinal (MONTAGNE; PLUSKE; HAMPSON, 2003). Essa fração é degradada no intestino grosso, mais precisamente no ceco, e por esse motivo podem atuar sobre o metabolismo energético dos suínos. A maior fermentabilidade da fração solúvel da fibra pode ser atribuída à maior capacidade de retenção de água, permitindo que as bactérias colonizem e iniciem a degradação (PASCOAL; WATANABE, 2014). Assim, energia proveniente da degradação da fibra, pode ser aproveitada pelo animal, fornecendo de 5 a 28% da energia de manutenção exigida pelos suínos (GRIESHOP et al., 2001).

Os PNA insolúveis, os quais incluem a celulose, em função de suas características físico-químicas, afetam diretamente na velocidade de trânsito intestinal, reduzindo o tempo de permanência do alimento no trato digestório, assim reduz a absorção de nutrientes, com consequente diminuição no aproveitamento dos nutrientes dietéticos (MONTAGNE; PLUSKE; HAMPSON, 2003). A fibra insolúvel não interfere significativamente na viscosidade intestinal e atua na regulação do consumo e quando em pequenas quantidades melhora a digestibilidade de alguns nutrientes (HETLAND; CHOCT; SVIHUS, 2004).

A possibilidade de inclusão de ingredientes fibrosos na fase de terminação é maior, já que a exigência nutricional é menor quando comparada às outras fases. Os efeitos da fibra na nutrição dos animais nessa fase, está relacionada com a melhora nas características de carcaça e ao de bem-estar animal (PASCOAL; WATANABE, 2014).

2.2.1. Fibra dietética sobre o desempenho de suínos em terminação

Estudos têm sido realizados com intuito de verificar os efeitos da fibra dietética sobre o desempenho dos suínos na fase de terminação. Algumas fontes de fibra dietética solúvel foram avaliadas, como a inclusão de polpa cítrica (0, 10, 20 e 30%) em dietas para suínos em terminação, onde não observaram redução no consumo diário de ração, mas verificaram aumento no ganho diário de peso dos animais quando incluiu 10% de polpa cítrica (WATANABE et al., 2010b). A inclusão de duas fontes de

DDGS (subproduto do milho, resultante do processamento de etanol) e três níveis (0, 20 e 40%) em dietas para suínos em crescimento e terminação, reduziu o consumo diário de ração dos animais, mas não influenciou sobre o ganho diário de peso e a conversão alimentar (GRAHAM et al., 2014).

Em contrapartida, a inclusão de fontes fibrosas com alto teor de fibra dietética insolúvel, como a casca de arroz (0, 5, 10, 15 e 20%) reduziu o consumo diário de energia e o ganho de peso diário de suínos em terminação (FRAGA et al., 2008a). Da mesma forma, o farelo de acerola com inclusões de 0, 9, 18 e 27% em dietas de suínos em terminação, reduziram os ganhos diários de peso e piorou a conversão alimentar dos animais. (CASTELINI, 2015).

Os resultados obtidos nesses estudos demonstram que os modos de atuação de cada tipo de fibra dietética refletem no desempenho dos animais. Enquanto a fermentação da fibra solúvel pode contribuir para o fornecimento de energia de manutenção aos animais (GRIESHOP et al., 2001), não afetando o desempenho, a fibra insolúvel em virtude da baixa capacidade dos animais em degradar esses componentes fibrosos ricos em celulose podendo ser altamente lignificados (SCHRAMA; BAKKER, 1999) e o aumento da velocidade do trânsito gastrointestinal do alimento, prejudica o desempenho dos suínos em terminação.

2.2.2. Fibra dietética sobre as características de carcaça e qualidade de carne de suínos em terminação

A inclusão de ingredientes fibrosos nas dietas de suínos em terminação tem como objetivo controlar a ingestão calórica pelos animais, de modo a garantir a qualidade de suas carcaças (LUDKE; BERTOL; SCHEUERMANN, 1998).

Estudos têm sido realizados com intuito de verificar os benefícios da fibra dietética sobre as características de carcaça e a qualidade da carne dos suínos. Nesse sentido, ingredientes com maiores teores de fibra insolúvel foram avaliados, apresentando resultados satisfatórios. Fraga et al. (2008a) observaram aumentos na porcentagem e na quantidade de carne magra, além de redução na espessura de toucinho, quando estudaram a inclusão de 0, 5, 10, 15 e 20% de casca de arroz para suínos em terminação. De acordo com Castelini (2015) a inclusão em até 27% de farelo de acerola em dietas para suínos em terminação, diminui a espessura de

toucinho, aumenta a porcentagem de carne magra nas carcaças e os teores dos ácidos graxos, como α linolênico e linoleico conjugado na carne, que são benéficos à saúde (CASTELINI, 2015). A utilização de até 30% de celulose, nas dietas de suínos em terminação, também reduz a espessura de toucinho e a área de gordura, além de aumentar a relação carne/gordura (RODRIGUES, 2015).

Por outro lado, a inclusão de ingredientes com altos teores de fibra solúvel, não apresentaram o mesmo efeito. A utilização da polpa cítrica em até 30% não foi eficiente para aumentar a porcentagem de carne magra na carcaça, e ainda reduziu o rendimento de carcaça (WATANABE et al., 2010). Resultados semelhantes, foram obtidos com a inclusão de DDGS em até 40% para suínos em terminação, onde não houve efeito sobre espessura de toucinho e a profundidade de lombo, mas reduziu o rendimento de carcaça (GRAHAM et al., 2014).

Esses resultados demonstram que a energia proveniente das fibras solúveis é melhor aproveitada pelos animais em terminação, quando comparada com as fibras insolúveis. Isso porque, as fibras solúveis, como as pectinas, são de mais fácil degradação, além disso, essa fração aumenta o tempo de retenção da digesta no trato gastrointestinal dos suínos, que contribuem para melhor aproveitamento nutricional (LE GOFF; VAN MILGEN; NOBLET, 2002). Como o objetivo da restrição alimentar qualitativa é a redução da ingestão energética, mantendo os animais saciados, compostos fibrosos que não são facilmente degradáveis, como as fibras insolúveis são desejáveis.

2.3. Cana-de-açúcar na alimentação de suínos

A cana-de-açúcar foi introduzida no Brasil no período colonial, e se transformou em uma das principais culturas da economia brasileira. O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo. Somente nos dois últimos anos a produção dessa cultura foi de 632 milhões de toneladas, sendo o Estado de São Paulo o responsável por mais de 50% dessa produção (UNICA, 2015). Estima-se que, a cada tonelada de cana moída, obtém-se 280 kg de bagaço (SILVA, 2007), que pode ser aproveitado como combustível das caldeiras em usinas e também ser empregado na alimentação animal.

O bagaço é obtido após o processo de moagem da cana-de-açúcar para extração do caldo que é destinado a fábrica de açúcar e destilaria. Após a extração do caldo, o bagaço é constituído de 46% de fibra e 50% de água (UNICA, 2015). O bagaço, quando destinado à alimentação animal, passa por mais um processo de secagem e moagem, onde se obtém um subproduto com alto teor de fibra. A sua composição é constituída de 94,70% de matéria seca com 1,83% de proteína bruta; 78,74% de fibra em detergente neutro; 49,20% de fibra em detergente ácido; 38,94% de celulose, 29,53% de hemicelulose e 12,80% de lignina (VALADARES FILHO et al., 2012).

A fibra da cana-de-açúcar é um subproduto obtido com o processamento de secagem e moagem do bagaço da cana, e atualmente é comercializado na alimentação de cães e gatos, porém estudos deste ingrediente para suínos ainda são escassos. No entanto, a cana-de-açúcar integral para suínos em crescimento, demonstrou que os animais alimentados com dietas contendo este ingrediente apresentaram maior consumo diário de ração e piora na conversão alimentar, enquanto que o ganho diário de peso reduziu em 90 g/dia, quando incluíram 30% de cana-de-açúcar nas dietas (CORDEIRO et al., 2009).

Em outro estudo avaliando a cana-de-açúcar integral moída na alimentação de suínos em crescimento, Xandé et al. (2009) observaram que o ganho diário de peso dos animais alimentados com este ingrediente foi reduzido em 400 g/dia, quando compararam com a dieta basal (milho-farelo de soja). Mas, os autores observaram redução na espessura de toucinho de animais alimentados com cana-de-açúcar integral moída.

3. AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa, PROCESSO 2012/18488-7 e pela concessão da bolsa de Doutorado, PROCESSO 2012/13164-9.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Um olhar sobre a carne suína**. Brasília-DF, 2009. 31p.

BACH KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of “dietary fibre” analyses. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, p. 3-20, 2001.

BACH KNUDSEN, K. E.; JOHANSEN, H. N.; GLITSO, V. Methods for analysis of dietary fibre- advantage and limitations. **Journal Animal Feed Science**, v. 6, p. 185-206, 1997.

CANTARELLI, V.S.; ZANGERONIMO, M. G.; ALMEIDA, E. C.; WOLP, R. C.; PEREIRA, L. M.; FIALHO, E. T. Qualidade de cortes de suínos recebendo ractopamina na ração em diferentes programas alimentares. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v. 30, n. 2, p.165-171, 2008.

CASTELINI, F. R. **Casca de soja em programa de restrição alimentar para suínos pesados**. 2010, 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

CASTELINI, F. R. **Farelo de acerola em programa de restrição alimentar para suínos pesados**. 2015. xii, 112 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.

CORDEIRO, M. D.; SOARES, R. T. R. N.; FERREIRA, R. A.; FONSECA, J. B.; DETMANN, E.; MERCADANTE, M. A. Cana-de-açúcar integral na alimentação de suínos em crescimento (30-60 kg). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v. 10, n. 3, p.731-739, 2009.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 23, 1-3, p.27-42, 1989.

FACCO, E. T. S. Valorização da carcaça suína e suas implicações na cadeia produtiva de suínos. **Porkworld**, Campinas, v.2, n.11, p. 23, 2003.

FÁVERO, J. A.; BELLAYER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, São Pedro, SP. **Anais...** São Pedro/SP: ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.2-25, 2001.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDIÑO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; SCANDOLERA, A. J.; RUIZ, U. S.; NADAI, A. Qualitative feed restriction for heavy swines: effect on digestibility and weight of organs of digestive tract, and environmental impact of feces. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 6, p. 1353-1363, 2009.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDIÑO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; MALHEIROS, E. B. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 869-875, 2008a.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; MARTINS, M. I. E. G.; KRONKA, R. N.; RUIZ, U. S.; SCANDOLERA, A. J. Avaliação econômica do uso da restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1050-1054, 2008b.

GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C.; UTIYAMA, C. E.; OETTING, L. L.; SOUZA, L. W. O.; FUKUSHIMA, R. S.; FAGUNDES, A. C. A.; SOBRAL, P. J. A.; LIMA, C. G. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. Suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 483-492, 2007.

GRAHAM, A. B.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; DRITZ, S. S.; DEROUCHÉY, J. M.; NITIKANCHANA, S.; UPDIKE, J. J. The effects of low-, medium-, and high-oil distillers dried grains with solubles on growth performance, nutrient digestibility, and fat quality in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 92, p.3610-3623, 2014.

GRIESHOP, C. M.; REESE, D. E.; FAHEY JUNIOR, G.C. Nonstarch polysaccharides and oligosaccharides in swine nutrition. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine nutrition**. 2001. p.107-120.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble no-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, p. 415-422, 2004.

LE GOFF, G.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. **Animal Science**, Cambridge, v. 74, n. 3, p. 503-515, 2002.

LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J. et al. **Suinocultura intensiva**. Concórdia: Embrapa-CNPAS, 1998. p. 65-90.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, p. 95-117, 2003.

MOREIRA, I.; VOORSLUYS, T.; MARTINS, R. M.; PAIANO, D.; FURLAN, A. C.; SILVA, M. A. A. Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, características de carcaça e poluição ambiental. **Acta Animal Science**, v. 29, n. 2, p. 179-185, 2007.

OWUSU-ASIEDU, A.; PATIENCE, J. F.; LAARYELD, B.; VAN KESSEL, A. G.; SIMMINS, P. H.; ZIJLSTRA, R. T. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 843-852, 2006.

PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P. H. Fibra Dietética na Nutrição de Suínos. In: SAKOMURA, N. K., et al. **Nutrição de não ruminantes**. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2014. cap. 4, p.357-374.

RAMONET, Y.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; DOUMAND, J. Y. High-fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 3, p. 591-599, 1999.

RODRIGUES, D. J. **Níveis e tipos de fibra dietética para suínos pesados em restrição alimentar qualitativa**. 2015. xi, 101 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.

SCHRAMA, J. W.; BAKKER, G. C. M. Changes in energy metabolism in relation to physical activity due to fermentable carbohydrates in group-housed growing pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, n. 12, p. 3274-3280, 1999.

SILVA, V. L. M..M.; GOMES, W. C.; ALSINA, O. L. S. **Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos**. Campina Grande – PB., 2007, 6p. Departamento de Química - Universidade Estadual da Paraíba, 2007.

UNICA. **União da Indústria de Cana-de-Açúcar**. Safra 2014/2015. Disponível em: <<http://www.unica.com.br>> Acesso em: 15/12/2015.

VALADARES FILHO, S. C., MACHADO, P. A. S., CHIZZOTTI, M. L. CQBAL 3.0. **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em <www.ufv.br/cqbal> Acesso em: 17/06/2012.

WATANABE, P. H.; THOMAZ, M. C.; RUIZ, U. S.; SANTOS, V. M.; MASSON, G.C. I.; FRAGA, A. L.; PASCOAL, L. A. F.; ROBLES-HUAYNATE, R. A.; SILVA, S. Z. Carcass characteristics and meat quality of heavy swine fed different citrus pulp levels. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4, p.921-929, 2010a.

WATANABE, P. H.; THOMAZ, M. C.; RUIZ, U. S.; SANTOS V. M.; FRAGA, A. L.; PASCOAL, L. A. F.; SILVA, S. Z.; FARIA, H. G. Effect of inclusion of citrus pulp in the diet of finishing swines. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 3, p.709-718, 2010b.

XANDÉ, X.; DESPOIS E.; GIORGI, M.; GOURDINE, J. L.; ARCHIMÉDE H.; RENAUDEAU, D. Influence of sugar cane diets and high fibre commercial diet on growth and carcass performance in local caribbean pigs. **Asian-Australian Journal Animal Science**. v. 22, n. 01, p.90-98, 2009.