



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO EM
DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO: ESTUDO META ANALÍTICO**

JOSELITO BASTOS DA SILVA JÚNIOR

AREIA – PB
ABRIL – 2015

JOSELITO BASTOS DA SILVA JÚNIOR

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO EM
DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO: ESTUDO META ANALÍTICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

Prof.^a Dr.^a Terezinha Domiciano Dantas Martins

Prof. Dr. Edilson Paes Saraiva

AREIA – PB

ABRIL – 2015

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S586f Silva Júnior, Joseilton Bastos da.
Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido em dietas para suínos em
terminação: estudo meta analítico / Joseilton Bastos da Silva Júnior. - Areia:
UFPB/CCA, 2015.
40 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2015.
Bibliografia.
Orientador: Leonardo Augusto Fonseca Pascoal.

1. Suínos – Alimentação 2. Dietas para suínos – Fibra dietética 3. Suínos em
terminação I. Pascoal, Leonardo Augusto Fonseca (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA CDU: 636.4(043.3)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: "Fibra em detergente neutro e detergente ácido em dietas para suínos em terminação: estudo meta analítico".

AUTOR: Joselito Bastos da Silva Junior

ORIENTADOR: Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal
Presidente
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. José Jordão Filho
Examinador

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Faviano Ricelli da Costa e Moreira
Examinador

Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Arcia, 9 de abril de 2015/

DEDICATÓRIA

Dedico este Mestrado aos meus pais, Joselito Bastos e Cleide Bastos, e à minha irmã, Jéssica Bastos, pelo incentivo e apoio em todas as minhas decisões.

Dedico a vitória dessa conquista, unicamente, a vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por nunca se fazer ausente.

Aos meus pais Joselito Bastos e Cleide Bastos, que absolutamente sempre me incentivaram a estudar.

A minha irmã Jéssica Bastos por sempre estar disponível para conversar, muitas vezes mais ouvindo que falando.

Ao professor Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, pela paciência, disponibilidade em orientar-me e pela crença no potencial desse trabalho de pesquisa.

Aos amigos Isabelle Rayane, Jordanio Fernandes, Roberval Pereira e Marcio Macêdo por sempre estarem presentes proporcionando momentos de conforto.

Aos amigos Fátima Andrade, Giu Salviano e Carlos Leal, pela cumplicidade durante todo o período do mestrado.

Aos professores Dr. Luciano Hauschild, Dr.^a Ines Andretta e Dr. Marcos Kipper, pelo auxílio na execução desse trabalho.

Aos funcionários dos Laboratórios de Suinocultura, Ivanildo, Zé e Bruno, e Cunicultura, Gesualdo, por sempre estarem presentes e dispostos a ajudar.

As minhas avós, tios(as) e primos(as), por sempre estarem presentes proporcionando momentos de conforto, felicidade e cumplicidade.

De coração, meu sincero agradecimento!

SUMÁRIO

	Páginas
Lista de Tabelas	VII
Reumo	VIII
Abstract	IX
Capítulo 1 - Referencial Teórico	1
1. Introdução	2
2. Fibra dietética na dieta de suínos	3
3. Frações solúveis e insolúveis das fibras dietéticas e seus efeitos nos suínos em terminação	6
4. Ingredientes fibrosos na dieta de suínos em terminação	9
5. Meta análise	10
6. Referências	13
Capítulo 2 - Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido em dietas para suínos em terminação: estudo meta analítico	18
Resumo	19
Abstract	20
1. Introdução	21
2. Material e Métodos	22
3. Resultados	25
4. Discussão	29
5. Conclusões	35
6. Referências	36

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO 2**

	Páginas
Tabela 1. Composição química dos ingredientes alternativos utilizados nas dietas experimentais	23
Tabela 2. Correlação entre os componentes químicos dos ingredientes fibrosos	25
Tabela 3. Correlação entre os parâmetros de desempenho com fibra bruta e frações fibrosas	25
Tabela 4. Correlação entre característica de carcaça com fibra bruta e frações fibrosas	26
Tabela 5. Correlação entre o consumo de FDN e FDA sobre desempenho e característica de carcaça	26
Tabela 6. Desempenho dos suínos em terminação alimentados com dietas controle e dietas com inclusão da fibra em detergente neutro	27
Tabela 7. Correlação entre o percentual de inclusão de fibra em detergente neutro nas dietas com os parâmetros de desempenho e característica de carcaça dos suínos em terminação	27
Tabela 8. Desempenho dos suínos em terminação alimentados com dietas controle e dietas com inclusão da fibra em detergente ácido	28
Tabela 9. Correlação entre o percentual de inclusão de fibra em detergente ácido nas dietas com os parâmetros de desempenho e característica de carcaça dos suínos em terminação	28

SILVA JUNIOR, J. B. **Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido para suínos em terminação: estudo meta analítico**. 2015. 40 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

RESUMO

A fibra dietética é um nutriente limitantes na nutrição de suínos, pois as fibras dietéticas apresentam frações fibrosas que, dependendo de suas características podem vir a melhorar ou prejudicar o desempenho zootécnico dos animais. Nesse contexto de acordo com suas características os polissacarídeos não amiláceos (solúvel ou insolúvel) podem ocasionar diferentes reações no trato gastrointestinal dos suínos em terminação. Aproximadamente 70% dos gastos da produção de suínos em terminação estão atrelados à compra de ingredientes que compõem suas rações. Dessa forma, a utilização de alimentos fibrosos, ingrediente quase sempre de baixo valor comercial, nas rações dos suínos em terminação pode se tornar uma alternativa e vem sendo estudada por diversos pesquisadores com o objetivo de reduzir custos da atividade. Os ingredientes fibrosos utilizados nas dietas dos suínos em terminação são compostos por fibras dietéticas formadas por um agregado de compostos formado principalmente por polissacarídeos não amiláceos e compostos fenólicos como é o caso da lignina. Os polissacarídeos não amiláceos são classificados, de acordo com sua solubilidade, em solúveis e insolúveis. A solubilidade e o conteúdo dos polissacarídeos não amiláceos utilizados para compor as dietas dos suínos em terminação variam de acordo com a espécie, tecido e idade do vegetal e dessa forma podem interferir no desempenho zootécnico dos suínos em terminação. Por outro lado o estudo meta analítico apresenta-se como uma ferramenta analítica que combina resultados obtidos por vários estudos realizando síntese reproduzível e quantificável dos dados. A síntese de dados proposta pela meta-análise melhora o potencial estatístico na pesquisa dos efeitos dos tratamentos, apresentando-se mais confiável quanto à estimativa do efeito. Em caso de efeitos aparentemente discordantes, o estudo meta analítico permite obter visão geral da situação. Ao analisar o efeito individual de um tratamento com baixo potencial analítico devido ao reduzido n , muitas vezes não se consegue estabelecer conclusões plausíveis, dessa forma, a meta-análise eleva as chances de verificar diferenças significativas entre os trabalhos por melhorar o poder analítico do estudo. Tendo em vista a elevada quantidade de estudos que apresentam-se com os mesmo objetivo, verificar o desempenho zootécnico dos suínos em terminação utilizando-se de alimentos alternativos com elevado teor de frações dietéticas e nem sempre em concordância com seus resultados torna-se pertinente estudo meta analítico com o objetivo de avaliar, o desempenho zootécnico e as característica da carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas contendo fibras dietéticas solúveis e insolúveis introduzidas na alimentação dos suínos através da inclusão de ingredientes alternativos em suas rações.

Palavras-chave: dietas, fibra dietética, suínos em terminação.

ABSTRACT

Dietary fiber is a limiting nutrient in the nutrition of pigs because dietary fibers have fibrous fractions, depending on their characteristics can be used to improve or impair the growth performance of animals. In this context according to its characteristics the non-starch polysaccharides (soluble or insoluble) may cause different reactions in the gastrointestinal tract of finishing pigs. Approximately 70% of the production of finishing pigs expenses are tied to the purchase of ingredients that make up their rations. Thus, the use of fibrous foods, often ingredient of low commercial value, in diets of finishing pigs can become an alternative and has been studied by many researchers with the objective of reducing activity costs. The fibrous ingredients used in finishing swine diets are composed of dietary fiber composed of an aggregate of compounds comprising mainly non-starch polysaccharides and phenolic compounds such as lignin. The non-starch polysaccharides are classified according to their solubility, soluble and insoluble. The content and solubility of non-starch polysaccharides used to compose the diets of finishing pigs vary according to the species and age of plant tissue and thus can interfere on the performance of finishing pigs. On the other hand the analytical study goal appears as an analytical tool that combines results of various studies performing reproducible and quantifiable summary of data. The data synthesis proposed by the meta-analysis improves the statistical potential in research on the effects of treatments, with If more reliable as the estimate of effect. In case of apparently discordant effects, the study analytical target yields overview of the situation. By analyzing the individual effect of a treatment with a low analytical potential due to the reduced n often can not be established plausible conclusions thus meta-analysis increases the likelihood verify significant differences between the work to improve the analytical power of the study . Considering the high amount of studies that present with the same goal, check the growth performance of finishing pigs using alternative foods high in dietary fractions and not always in accordance with its results becomes relevant study Analytical goal in order to evaluate the performance and the characteristics of the pig carcass finishing fed diets containing soluble and insoluble dietary fibers introduced in the feeding of pigs through the inclusion of alternative ingredients in their diets

Keyword: diets, dietary fiber, finishing pigs.

CAPÍTULO 1

REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO

A atividade suinícola tem grande destaque no mercado nacional e internacional, produzindo uma carne de qualidade e gerando emprego e renda, porém um dos maiores entraves da atividade é o custo de produção, dentre eles o mais significativo é com alimentação, neste sentido a busca por estratégias nutricionais e alimentos que possam reduzir os custos de produção são estudados em várias pesquisas. A busca de alternativas alimentares tem sido avaliada visando à substituição do binômio milho e farelo de soja, porém a maioria destes alimentos são subprodutos ou coprodutos, que apresentam na maioria das vezes fatores antinutricionais e composição nutricional que inviabilizam a sua utilização.

O teor de fibra destes ingredientes alternativos é um dos fatores limitantes da utilização destes alimentos, pelas características dos suínos em não possuir enzimas capazes de digerir a fração fibrosa dos alimentos, por não produzirem enzimas endógenas específicas para degradar estas frações, principalmente nas fases iniciais, onde o comprometimento do aproveitamento do alimento pode ser maior devido o trato digestório ainda estar em desenvolvimento. Nas fases crescimento, terminação e gestação, o uso destes ingredientes fibrosos, podem se tornar interessantes, buscando aspectos funcionais da utilização (PASCOAL & WATANABE, 2014).

Os estudos atuais com a utilização de ingredientes fibrosos para suínos em terminação tem como objetivo a prática da restrição alimentar qualitativa, diante disto pesquisadores vêm trabalhando com a inclusão de ingredientes fibrosos na ração de suínos em terminação buscando boas características de carcaça como também bom desempenho zootécnico e bem-estar animal (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Contudo, as fibras dietéticas apresentam frações fibrosas que, dependendo das características, podem vir a melhorar ou prejudicar o desempenho zootécnico dos animais. A determinação da fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido apresentam-se como uma alternativa para caracterizar as frações fibrosas presentes nas fibras dietéticas (VAN SOEST, 1967), podendo ajudar na decisão do ingrediente fibroso a ser utilizado em programa de restrição alimentar qualitativo para suínos na fase de terminação.

A qualidade e a quantidade da fibra dietética do ingrediente fibroso vão influenciar decisivamente no sucesso da utilização de ingredientes fibrosos na ração dos suínos em terminação.

2. FIBRA DIETÉTICA NA DIETA DE SUÍNOS NAS FASES PRODUTIVAS

A fibra dietética é um nutriente considerado limitante quando deseja-se incluí-la nas dietas dos suínos. As frações fibrosas que constituem a fibra dietética como também as quantidades dessas frações nos ingredientes fibrosos irão referenciar a adequada inclusão desse ingrediente não convencional nas rações desses animais (MINSON, 1990).

O conceito da fibra dietética está relacionado com os componentes presentes na estrutura da parede celular dos vegetais. Os carboidratos estruturais como a celulose e hemicelulose, como também o composto fenólico lignina, são os principais componentes que caracterizam a fibra dietética (MERTENS, 1992).

Apresentando-se como o polissacarídeo mais abundante da natureza (McDOUGALL, et al., 1993), a celulose compõe entre 20 e 40% (na base seca) das plantas superiores (VAN SOEST, 1994). Formada por longas cadeias compostas por resíduos de D-glicopiranoses unidos entre si através de ligações glicosídicas β -1,4, a celulose é formada por cadeias lineares de elevado grau de polimerização (GIGER-REVERDIN, 1995).

As longas cadeias de celulose podem unir-se, através de pontes de hidrogênio e forças de van der Waals, umas as outras formando as microfibrilas de celulose, essas microfibrilas são fitas cristalinas que excluem a água e são relativamente inacessíveis ao ataque enzimático. O grau de cristalização como também a associação na matriz celulósica de polímeros podem influenciar a suscetibilidade da hidrólise enzimática microbiana das moléculas de celulose (VAN SOEST, 1994).

A principal barreira ao ataque enzimático da celulose é o elevado custo energético da hidrólise de uma molécula de celulose a partir desta microfibrila cristalizada, um passo necessário antes de uma enzima poder atacar a ligação glicosídica que liga os resíduos de D-glicopiranoses em conjunto (SKOPEC et al., 2003).

Por apresentar arranjo altamente ordenado, os constituintes das microfibrilas de celulose e as ligações não covalentes desses constituintes no interior das microfibrilas promovem a essa estrutura elevada resistência à quebra, chegando a ser comparada a resistência do aço (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Dependendo da fonte biológica, as microfibrilas de celulose podem apresentar-se com muitos micrômetros de comprimento, sendo até o presente momento difícil de determinar com exatidão o tamanho desses componentes, e variam consideravelmente em largura e grau de ordenação (KENNEDY et al., 2007). Sendo assim, a estrutura molecular exata das microfibrilas de celulosas ainda é incerta.

Por outro lado, a hemicelulose é formada por um agrupamento de diferentes polissacarídeos amorfos com grau de polimerização inferior ao da celulose (VAN SOEST, 1994), ela pode ser solubilizada através de um álcali forte que rompe as pontes de hidrogênio e causa intumescência, hidratação e desorganização celular.

As plantas apresentam a característica de sintetizar diferentes tipos de hemicelulose dependendo do tipo de célula, do estágio de desenvolvimento e da espécie da planta. Aproximadamente uma a cada quatro moléculas de glicose presentes nas moléculas de hemicelulose é insubstituível. Nesse contexto, apresentando-se como sendo uma molécula que proporcionará menor grau de substituição, a hemicelulose tende a ligar-se mais firmemente as moléculas de celulose (CHAMBAT et al., 2005).

Por apresentar espaçamentos superiores aos encontrados pelas microfibrilas de celulose, a hemicelulose possui potencial para ligar microfibrilas adjacentes. Dessa forma, é possível que as moléculas de hemicelulose ao ligar microfibrilas de celulose fiquem aprisionadas. Esse processo de acoplamento molecular promove alteração nos aspectos cristalinos da celulose e as moléculas de hemicelulose permanecem firmemente ancoradas as microfibrilas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Nesse sentido, as moléculas de hemicelulose podem ser divididas em quatro grandes grupos (xilanas, β -glicanas, xiloglicanas e mananas), apresentando-se com diversidade estrutural e sendo classificada de acordo com a molécula de monossacarídeo predominante (GOODWIN; MERCER, 1988).

A lignina, por sua vez, é formada por polímeros condensados formados a partir da redução enzimática de alguns ácidos, tais como ferúlico e sinápico (GRENET; BESLE, 1991). As formas estruturais das moléculas de lignina variam de acordo com o tecido, órgãos, origem botânica, idade do vegetal e fatores ambientais (AKIN, 1989). A lignina não apresenta-se como fibra dietética e devido a alta complexidade dessa molécula, suas estruturas ainda não são totalmente conhecidas.

Nesse sentido, a celulose e hemicelulose apresentam-se como as principais frações fibrosas que compõem as fibras dietéticas.

Por outro lado, mesmo apresentando o sistema digestivo pouco colonizado por microrganismos e necessitando de elevada quantidade de energia para o seu desenvolvimento, os leitões desmamados podem consumir ingredientes fibrosos. Porém, deve-se ter cuidado com o percentual de inclusão das fibras dietéticas durante a fase de desmame, pois na fase inicial da vida desses animais qualquer alteração no desempenho zootécnico ocasionará perdas financeiras consideráveis no fim do período de produção.

Foram observadas melhorias por pesquisadores ao incluírem ingredientes fibrosos na ração dos leitões desmamados (PASCOAL et al., 2014). De acordo com o percentual de inclusão e a qualidade das fibras dietéticas, essas podem proporcionar redução da incidência e duração das diarreias infecciosas, além de favorecerem a reidratação desses animais (MONTAGNE; PLUSKE; HAMPSON, 2003).

Dessa forma, a fibra dietética incluída nas rações dos leitões desmamados melhora a saúde intestinal através de três mecanismos: aumenta a secreção de saliva, suco gástrico, suco pancreático e bile; altera a função secretora do epitélio; e, estimula a motilidade intestinal (WHITNEY; SHURSON; GUEDES, 2006).

A inclusão das fibras dietéticas nas rações dos suínos em crescimento proporciona efeito positivo e apresenta diferente finalidade de quando incluída nas rações de leitões desmamados. Por apresentarem um sistema digestivo mais maduro a fibra pode ser incluída em percentuais mais elevados, porém os animais de produção apresentam genética bastante evoluída, com isso a deposição proteica é constante e elevadas inclusões de fibras dietéticas podem promover redução no ganho de peso desses animais.

A característica da fibra será um fator limitante para sua utilização na ração dos suínos em crescimento. Ingredientes fibrosos que apresentem elevada quantidade de fibra insolúvel podem proporcionar redução no desempenho zootécnico desses animais (SHRIVER et al., 2001).

Os ingredientes fibrosos que mais comprometem o desempenho zootécnico na fase de crescimento são os que apresentam elevada quantidade de fibra em detergente ácido, pois a celulose para ser digerida necessita de atividade bacteriana e tempo de trânsito da ingesta elevados.

Contudo, por apresentar-se como solúvel, a hemicelulose é fermentada pelos microrganismos presentes no trato gastrointestinal dos suínos em crescimento. Os microrganismos possuem mais facilidade para digerir as frações fibrosas solúveis quando comparado as insolúveis. Por tanto, quando se deseja utilizar ingredientes fibrosos na ração dos suínos em crescimento é interessante utilizar-se de ingredientes que apresentem quantidade elevada de hemicelulose e reduzida quantidade de celulose e lignina (WILLIAMS; VERSTEGEN; TAMMINGA, 2001).

Sendo assim, quando se deseja utilizar ingredientes fibrosos nas rações dos suínos em crescimento, ingredientes que apresentem elevado percentual de fibra em detergente neutro e reduzido percentual de fibra em detergente ácido tornam-se mais interessantes.

Os pesquisadores Blas et. al, (2006), elaboraram tabela com recomendação nutricional contemplando percentuais de inclusão de fibras dietéticas na ração dos suínos nas fases de crescimento e terminação. Na fase de crescimento o percentual mínimo e máximo recomendados de inclusão da fibra em detergente neutro são de 11 e 16%, respectivamente.

Diferente das demais fases de criação, os suínos na fase de terminação apresentam bactérias fermentativas em quantidade suficiente para realizar processo fermentativo capaz de degradar boa parte dos polissacarídeos não amiláceos contidos nas fibras dietéticas (VAREL; YEN, 1997).

Com isso, a fibra dietética contribui com a nutrição dos suínos em terminação. A fermentação anaeróbica realizada pelos microrganismos presentes no intestino produzem ácidos graxos de cadeia curta que são absorvidos pelo animal. A fermentação por microrganismos degrada as frações de hemicelulose e a maioria das moléculas de celulose, produzindo moléculas de ATP que posteriormente são consumidas pelas bactérias fermentativas (STANOGLIAS; PEARCE, 1985).

Nesse contexto, a utilização de ingredientes fibrosos com frações digestíveis a fermentação bacteriana torna-se interessante, pois as fibras dietéticas melhoram o acabamento da carcaça, reduzem o percentual de gordura, elevam o percentual de carne magra e contribuem com energia necessária para manutenção do animal (PETTIGREW, 2008).

Nesse sentido, o percentual de inclusão mínimo e máximo da fibra em detergente neutro nas rações dos suínos na fase de terminação, de acordo com tabela com recomendação nutricional é de 11 e 17%, respectivamente (BLAS et al., 2006).

Dessa forma a utilização da fibra dietética na ração de suínos na fase de desmame, crescimento e terminação proporciona efeitos benéficos na produção suinícola, sendo sugerido, pelos pesquisadores Blas et al. (2006), percentuais de inclusão da fibra em detergente neutro durante a fase de crescimento e terminação.

3. FRAÇÕES SOLÚVEIS E INSOLÚVEIS DAS FIBRAS DIETÉTICAS E SEUS EFEITOS NOS SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Os polissacarídeos não amiláceos são classificados, de acordo com sua solubilidade, em solúveis e insolúveis. A solubilidade e o conteúdo dos polissacarídeos não amiláceos utilizados para compor as dietas dos suínos em terminação variam de acordo com a espécie, tecido e idade do vegetal (BACH KNUDSEN, 2001).

De acordo com suas características os polissacarídeos não amiláceos (solúvel ou insolúvel) podem ocasionar diferentes reações no trato gastrointestinal dos suínos em terminação.

Apresentando a capacidade de aumentar a viscosidade da digesta como também sendo altamente fermentável, a fibra dietética solúvel proporciona redução na taxa de difusão de partículas prejudicando a atividade enzima-substrato (DROCHNER; KERLER; ZACHARIAS, 2004).

O aumento da viscosidade da digesta proporciona elevado tempo de trânsito, reduzindo a quantidade de ração necessária para saciar o animal, porém o aumento da viscosidade e o elevado tempo de trânsito proporcionado pela motilidade gastrointestinal menos eficiente, promovem maior disponibilidade de nutrientes viabilizando a proliferação de microrganismos (BEDFORD, 1995) possivelmente prejudiciais ao suíno.

O polissacarídeo não amiláceo celulose, como também o composto fenólico lignina, são classificados como insolúveis, dessa forma, por meio do contato mecânico podem promover irritações na mucosa do intestino. Por sua vez, a irritação na mucosa do intestino, proporciona redução do tamanho das vilosidades (reduzindo área de absorção de nutrientes), aumento da quantidade de água e também de secreções endógenas (JIN et al., 1994).

Contudo, a metodologia utilizada para avaliar as fibras dietéticas quanto sua solubilidade possui elevado custo, sendo comumente utilizada a metodologia proposta por Van Soest (1991) para quantificar as fibras dietéticas de forragens. A metodologia utilizada para quantificar as frações fibrosas solúveis e insolúveis das fibras dietéticas tem como princípio a solubilidade de compostos orgânicos através da utilização de detergentes, neutro e ácido.

A utilização do detergente neutro nas fibras dietéticas isola os compostos não solubilizados na solução neutra dos demais compostos. Os polissacarídeos não amiláceos não solubilizados no detergente neutro são hemicelulose e celulose, e o composto fenólico lignina, sendo esses classificados como sendo a Fibra em Detergente Neutro (VAN SOEST, 1965).

Por outro lado, ao se utilizar o detergente ácido nas frações fibrosas representadas pela fibra em detergente neutro, a hemicelulose solubiliza, sobrando apenas o polissacarídeo não amiláceo celulose e o composto fenólico lignina, sendo esses classificados como a Fibra em Detergente Ácido (VAN SOEST, 1967).

A hemicelulose, por ser solúvel na fibra em detergente ácido apresenta-se como sendo uma fração fibrosa solúvel enquanto que a celulose e lignina são classificadas como frações fibrosas insolúveis.

Contudo, apesar dos suínos não apresentarem em suas secreções endógenas enzimas responsáveis por degradar as fibras dietéticas, os polissacarídeos não amiláceos podem contribuir para o metabolismo energético desses animais.

Mesmo possuindo um ceco de natureza não funcional as fibras dietéticas podem ser aproveitadas nutricionalmente pelos suínos através da fermentação proporcionada por bactérias. A fermentação bacteriana acontece no intestino dos suínos e pode contribuir representativamente com energia para as atividades de manutenção dos animais em terminação (GRIESHOP et al., 2001).

As bactérias responsáveis por realizar a fermentação intestinal conseguem degradar as frações fibrosas solúveis, como é o caso da hemicelulose, mais rápido que as frações fibrosas classificadas como insolúveis, nesse caso representada pela celulose. Porém, ambas as frações fibrosas são degradadas pelas bactérias presentes no intestino dos suínos em terminação.

O tempo necessário para degradar completamente as frações fibrosas de celulose pode ser superior ao tempo que a ingesta permanece no intestino grosso dos suínos em terminação (WARNER, 1981), esse aspecto como também a reduzida quantidade de água presente nas frações de celulose proporcionam menor digestibilidade fermentativa (WARPECHOWSKI, 1996).

A degradação fermentativa das frações fibrosas hemicelulose e celulose, por ser realizada em meio anaeróbico e por bactérias, produz ácidos graxos de cadeias curtas como também moléculas de adenosina trifosfato (ATP). Os ácidos graxos de cadeias curtas produzidos através da fermentação bacteriana são absorvidos pelo intestino sendo descartado cerca de 1% do total produzido, enquanto que as moléculas de adenosina trifosfato provenientes da fermentação bacteriana são consumidas pelas bactérias fermentadoras proporcionando energia para esses microrganismos (BINDELLE; LETERME; BULDGEN, 2008).

O composto fenólico lignina, classificado como sendo insolúvel não é digerível pelas secreções endógenas dos suínos em terminação, como também as bactérias fermentativas não possuem a capacidade de degrada-lo, dessa forma esse composto fenólico é classificado como componente da fibra dietética ligado a parede celular vegetal insolúvel e indigestível.

As frações fibrosas solúveis e insolúveis apresenta-se como importantes nutrientes para os suínos na fase de terminação, por isso seu estudo se faz necessário com o intuito de ampliar conhecimento sobre essas frações fibrosas e conseqüentemente sobre a inclusão de ingredientes fibrosos nas dietas desses animais.

4. INGREDIENTES FIBROSOS NA DIETA DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

A ração dos suínos, por ser composta majoritariamente por milho e farelo de soja, possui grande influência das altas de preço dessas *commodities* principalmente nas épocas de entressafra e de flutuação cambial (FIGUEIREDO et al., 2012).

Aproximadamente 70% dos gastos da produção de suínos estão atrelados à compra de ingredientes que compõem as rações. Dessa forma, a utilização de alimentos fibrosos, ingrediente quase sempre de baixo valor comercial, nas rações dos suínos em terminação pode se tornar uma alternativa e vem sendo estudada por diversos pesquisadores com o objetivo de reduzir custos da atividade (GOMES; PUTRINO; GROSSKLAUS, 2007).

Os alimentos fibrosos são assim classificados em função de seu alto teor em fibra bruta. O conteúdo em fibra bruta de um ingrediente é um indicativo indireto de seu valor energético quanto maior o valor da fibra bruta, mais baixa é a energia metabolizável por animais não ruminantes.

Os ingredientes fibrosos utilizados nas dietas dos suínos em terminação são compostos por fibras dietéticas formadas por um agregado de compostos formado principalmente por polissacarídeos não amiláceos e compostos fenólicos como é o caso da lignina. Os polissacarídeos podem ser constituídos por nove principais carboidratos (arabinose, xilose, glicose, galactose, manose, ramnose, frutose, ácidos glucurônicos e galactutônico), sendo seis os principais polissacarídeos que formam as fibras dietéticas: celulose, arabinoxilanas, β -glucanas, xilogrucanas, ramnogalacturanas e arabinogalactanas (PASCOAL; WATANABE, 2014).

Os polissacarídeos são unidos entre si através de ligações glicosídicas. Apenas as ligações α (1-4) e α (1-6) dos α -glucanos, α (1-2) entre a frutose da sacarose, β (1-4) entre a glicose e galactose da lactose e α (1-1) entre as unidades de glicose da trealose podem ser clivadas por enzimas endógenas dos suínos (SMITS; ANNISON, 1996).

Dessa forma, devido as fortes ligações que unem os polissacarídeos não amiláceos, esses tornam-se resistentes a hidrólise por enzimas presentes nas secreções endógenas do trato gastrointestinal dos suínos. A utilização de ingredientes fibrosos na ração dos suínos não causam sintomas de toxicidade, porém apresentam propriedades antinutritivas que podem vir a afetar o desempenho zootécnico dos suínos em terminação (LECZNIESKI, 2006).

A utilização de ingredientes contendo níveis de polissacarídeos não amiláceos podem promover alterações no metabolismo dos suínos, por isso, ingredientes fibrosos devem ser

cuidadosamente analisados antes de serem utilizados nas dietas de suínos jovens (MONTAGNE; PLUSKE; HAMPSON, 2003).

Contudo, ingredientes fibrosos podem ser utilizados em níveis moderados para suínos na fase de terminação (GOMES et al., 2007), pois nessa fase de produção existe a necessidade de elevada quantidade de ração visando manter bons parâmetros de desempenho zootécnico e características de carcaça.

Nesse sentido, Quadros et al. (2008) utilizaram a casca da soja (FDN: 62%; FDA: 45,6) na dieta de suínos em terminação e concluíram que a inclusão de até 16% da casca de soja moída nas dietas dos suínos em terminação não traz prejuízos ao desempenho dos animais, como também, contribui para um melhor acabamento da carcaça.

O resíduo desidratado da cervejaria (FDN: 55,2; FDA: 24,4) também é um ingrediente fibroso que pode ser utilizado na dieta dos suínos em terminação, Albuquerque et al. (2011) concluíram que esse resíduo pode ser incluído em níveis de até 20% na ração dos suínos sem ocorrer prejuízo no desempenho produtivo dos animais.

Ao verificar o desempenho produtivo e as características da carcaça dos suínos em terminação alimentados com rações contendo percentual de inclusão do feno da rama de mandioca (FDN: 30,5; FDA: 22,7), Figueiredo et al. (2012), concluirão que a inclusão do feno da rama de mandioca em até 20% não prejudica os parâmetros de consumo de ração, ganho de peso e rendimento de carcaça, como também os rendimentos dos principais cortes da carcaça suína.

Lee et al., (2002) e Fraga et al., (2004) verificaram a inclusão da casca de arroz (FDN: 71,0; FDA: 35,0) e do resíduo do processamento do trigo, e verificaram que esses ingredientes fibrosos ricos em fibra insolúvel, promoveram melhores parâmetros relacionados as características de carcaça dos suínos em terminação.

Nesse contexto, ingredientes fibrosos tornam-se interessantes quando utilizados na ração dos suínos em terminação com a finalidade de reduzir custo de produção e melhorar o acabamento da carcaça suína, porém deve-se conhecer as frações fibrosas que os constitui e dessa forma utiliza-los de acordo com o sugerido pela literatura.

5. META ANÁLISE

O estudo meta analítico apresenta-se como uma ferramenta analítica que combina resultados obtidos por vários estudos realizando síntese reproduzível e quantificável dos dados. A síntese de dados proposta pela meta-análise melhora o potencial estatístico na

pesquisa dos efeitos dos tratamentos, apresentando-se mais confiável quanto à estimativa do efeito (BOISSEL et al., 1989).

Em caso de efeitos aparentemente discordantes, o estudo meta analítico permite obter visão geral da situação (D'AGOSTINO; WEINTRAUB, 1995). Ao analisar o efeito individual de um tratamento com baixo potencial analítico devido ao reduzido n , muitas vezes não se consegue estabelecer conclusões plausíveis, dessa forma, a meta-análise eleva as chances de verificar diferenças significativas entre os trabalhos por melhorar o poder analítico do estudo (FAGARD et al., 1996).

Contudo, a base de dados elaborada para realizar análise meta analítica, geralmente é constituída por linhas e colunas. Nesse sentido, a planilha eletrônica pode apresentar-se com espaços vazios o que limita os recursos analíticos descritivos multidimensionais, direcionando a realização de análise unidimensional ou bidimensional (SAUVANT et al., 2005),

Para realizar um estudo meta analítico é necessário seguir alguns procedimentos. A meta análise necessita de prévia definição do tema a ser considerada como o objetivo do estudo. Após definição do tema deve-se buscar conjunto de estudos científicos para promover a sistematização dos resultados (LOVATTO et al., 2007).

Os estudos científicos definidos como relevantes a serem incluídos no estudo meta analítico, devem ter dados relativos ao material e métodos e resultados tabulados em planilha eletrônica. A tabulação dos dados deve seguir codificação anteriormente definida, de tal forma que todos os estudos incluídos na planilha eletrônica sejam facilmente identificados. É importante incluir na base todas as informações disponíveis que são aplicáveis aos objetivos da pesquisa (D'AGOSTINO; WEINTRAUB, 1995).

Após tabular dados considerados relevantes deve-se proceder com a realização de análise gráfica. A análise gráfica permite identificar informações e relações importantes através da visualização da representação gráfica. Uma das funções dessa análise é a identificação de indivíduos ou experimentos que apresentem condição particular ou distorcida (LOVATTO et al., 2007).

Ao verificar conformidade dos dados através da análise gráfica deve-se escolher o modelo estatístico que mais se adequa a necessidade experimental. Como modelo mais simples utilizados em estudos meta analíticos têm-se a análise de variância que é utilizada no caso de realizar análise de dados qualitativo. Contudo, o estudo meta analítico também pode ser utilizado para explicar fator quantitativo e, nesse caso, deve-se realizar análise de variância-covariância, porém existe a necessidade de realizar anteriormente análise de relação intra-experimental e não global (ST-PIERRE, 2001).

Nesse contexto, metodologias analíticas que tenham como objetivo estabelecer visão geral e quantitativa dos resultados experimentais estão sendo utilizadas por pesquisadores na transformação de resultados de pesquisa tornando o conhecimento mais confiável, pois dificilmente um único experimento consegue ter a capacidade de ser definitivamente conclusivo para uma inferência (SAUVANT et al., 2005).

Nesse sentido, a meta análise tornar-se uma metodologia interessante para auxiliar na resolução da problemática relacionada a números elevados de trabalhos com mesmos objetivos, porém com resultados nem sempre semelhantes.

6. REFERÊNCIAS

- AKIN, D. E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Journal Agronomy**, v.81, p.17-25, 1989.
- ALBUQUERQUE, D. M. N.; LOPES, J. B.; KLEIN JUNIOR, M. H.; MERVAL, R. R.; SILVA, F. E. S.; TEIXEIRA, M. P. F. Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.465-472, 2011.
- ANDRETTA, I.; LOVATTO, P. A.; LEHNEM, C. R.; HAUSCHILD, L.; ROSSI, C. A. R. Meta-análise do uso de ácido linoleico conjugado na alimentação de suínos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.754-760, 2009.
- BACH KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis. **Animal Feed Science**. Technol. v.90, p.3-20, 2001.
- BEDFORD, M. R. The optimum dose of a xylanase-based enzyme offered to broilers fed a wheat based diet increases as the bird ages. **Poultry Science**, v.74, n.18, p.91-114, 1995.
- BLAS, C.; GASA, G. G. Necesidades nutricionales para ganado porcino. **Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal**. Madrid, 2006.
- BINDELLE, J.; LETERME, P.; BULDGEN, A. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**, Belgium, v. 12, p. 69-80, 2008.
- BOISSEL, J.P.; BLANCHARD, J.; PANAK, E. Considerations for the meta-analysis of randomized clinical trials. Summary of a panel discussion. **Controlled Clinical Trials**, v.10, p.254-281, 1989.
- CHAMBAT, G.; KARMOUS, M.; COSTES, M.; PICARD, M.; JOSELEAU, J. P. Variation of xyloglucan substitution pattern affects the sorption on celluloses with different degrees of crystallinity. **Cellulose**, v.12, p.117-125, 2005.
- D’AGOSTINO, R.B.; WEINTRAUB, M. Meta-analysis: A method for synthesizing research. **Clinical Pharmacology and Therapeutics**, v.58, p.605-616, 1995.
- DROCHNER, W.; KERLER, A.; ZACHARIAS, B. Pectin in pig nutrition, a comparative review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 88, p. 367-380, 2004.
- FAGARD, R.H.; STAESSEN, J.A.; THIJIS, L. Advantages and disadvantages of the meta-analysis approach. **Journal of Hypertension**, v.14, p.9-13, 1996.

- FIGUEIREDO, A. V.; ALBUQUERQUE, D. M. N.; LOPES, J. B.; FARIAS, L. A.; MARQUES, C. M.; CARVALHO FILHO, D. U. Feno da rama de mandioca para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 791-803, 2012.
- FRAGA, A.L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos dos 90 aos 125-130 kg de PV: Características de Carcaça. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA**, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: CLAS, 2004.
- GIGER-REVERDIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: interst and limits for ruminants. **Animal Feed Science Technology**. Amsterdam, v.55, n.4, p.295-334, 1995.
- GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça. I. Suínos em crescimento e terminação. **Revista Semina**. v.28, n.3, p.483-492, 2007.
- GOODWIN, T. W.; MERCER, E. I. **Introduction to plant biochemistry**. 2.ed, Aberystwyth: Pergamon Press, 1988. 677p.
- GRENET, E.; BESLE, J. M. Microbes and fibre degradation. In: JOUANY, J. P. **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: p.107-129, 1991.
- GRIESHOP, C. M.; REESE, D. E.; FAHEY Jr, G. C. Nonstarch polysaccharides and oligosaccharides in swine nutrition. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**, p.107, 2007.
- HAUPTLI, L.; HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A. Adição de extratos vegetais e antimicrobianos de sín tese para leitões na creche: Estudo meta-analítico. **Ciência Rural**, v.7, 2007.
- JIN, L.; REYNOLDS, L. P.; REDMER, D. A.; CATON, J. S.; CRENSHAW, J. D. Effect of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 9, p. 2270-2278, 1994.
- KENNEDY B. K.; STEFFEN K. K.; KAEBERLEIN M. Ruminations on dietary restriction and aging. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.64, p.1323–1328, 2007.
- LECZNIESKI, J. L. Considerações práticas do uso de enzimas. IN: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006, p.34-46.
- LEE, C. Y.; LEE, H. P.; JEONQ, J. H.; BAIK, K. H.; JIN, S. K.; LEE, J. H.; SOHNT, S. H. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like

- growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein -3 in finishing barrows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p.84-93. 2002.
- LEHNEN, C. R.; LOVATTO, P. A.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; HAUSCHILD, L.; ROSSI, C. A. Meta-análise da digestibilidade ileal de aminoácidos e minerais em suínos alimentados com dietas contendo enzimas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.4, p.438-445, 2011
- LOVATTO P. A.; LEHNEN C. R.; ANDRETTA I.; CARVALHO A. D.; HAUSCHILD L. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.285-294, 2007.
- McDOUGALL, G. J.; MORRISON, I. M.; STEWART, D. Plant fiber: chemistry and processing for industrial use. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.62, n.1, p.1-20, 1993.
- 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.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p
- PASCOAL, L. A. F.; WATANABE, P. H. Fibra dietética na nutrição de suínos. In: SAKOMURA, N. K.; HAUSCHILD, L.; BONATO, M. A. **Nutrição de Não-ruminantes: Modelagem da utilização da energia nas Aves**. Aracaju: Funep, 2014. p.279-292.
- PETTIGREW, J. E. Ingredientes alimentares que melhoram a saúde. **Revista Porkworld**, Campinas, v. 46, p. 278-283, 2008.
- QUADROS, A. R. B.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; RIBEIRO, C. R.; PERDIGÃO, L.; KUTSCHENKO, M. Inclusão de diferentes níveis de casca de soja moída em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.463-469, 2008.
- SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J. J. Les métaanalyses des données expérimentales: Applications en nutrition animale. INRA Productions Animales, v.8, n.1, p.63-73, 2005.

- SHRIVER, J. A.; CARTER, S. D.; SUTTON, A. L.; RICHERT, B. T.; SENNE, B. W.; PETTEY, L. A. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**. v.81, n.2, p.492-502, 2001.
- SKOPEC C. E.; HIMMEL, M .E.; MATTHEWS, J. F.; BRADY, J. W. Energetics for displacing a single chain from the surface of microcrystalline cellulose into the active site of *Acidothermus cellulolyticus* Cel5A. **Protein Engineering**, v.16, p.1005–1015, 2003.
- SMITS, C. H. N.; ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition-towards a physiologically valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**, London, v.52, n.2, p.203-221, 1996.
- SMITH, M. L.; GLASS, G. V. Meta-analysis of psychotherapy outcome studies. **Am Psychol**, v.32, n.9, p.752-760, 1977.
- ST-PIERRE, N.R. Invited review: Integrating quantitative findings from multiple studies using mixed model methodology. **Journal Dairy Science**, v.84, p.741-755, 2001.
- STANOGLIAS, G.; PEARCE, G. R. The digestion of fibre by pigs. 2. Volatile fatty acid concentrations in large intestine digesta. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 53, p. 531-536, 1985.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p
- VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. Cornell University Press, Ithaca, NY, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3598, 1991.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p.834, 1965.
- VAREL, V. H.; YEN, J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2715-2722, 1997.

- WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.51, n.12, p.789-975, 1981.
- WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal**. 1996. 125p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J.; WULF, D. M.; SHANKS, B. C. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v.84, n.12, p.3356-3363, 2006.
- WILLIAMS, B. A., VERSTEGEN, M. W. A., TAMMINGA, S. Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. **Nutrition Research Review**, Cambridge, v. 14, p. 207–227, 2001.

CAPÍTULO 2

FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO EM DIETAS PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO: ESTUDO META ANALÍTICO

SILVA JUNIOR, J. B. **Fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido para suínos em terminação: estudo meta analítico**. 2015. 40 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2015.

RESUMO

Objetivou-se avaliar, por meio de estudo meta analítico, o desempenho zootécnico e as características da carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas contendo diferentes percentuais de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido através da adição de diferentes ingredientes fibrosos. Foram analisados 23 artigos, 15 nacionais e oito internacionais, que apresentaram características metodológicas e objetivos semelhantes. A planilha eletrônica analisada teve um total de 95 dietas, 73 tratamentos, 2.507 animais e 19 ingredientes fibrosos. Após análise gráfica para verificar a conformidade fisiologia/biológica dos animais, foram realizadas as análises de correlação e teste de média t a 1 e 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando-se do programa estatístico Minitab 15. A fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido apresentaram correlação negativa ($P < 0,05$) com o ganho de peso diário. A fibra em detergente neutro apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com a espessura de toucinho e a fibra em detergente ácido apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com o rendimento de carcaça quente e peso do pernil. O percentual de inclusão da fibra em detergente ácido apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com o ganho de peso diário e a conversão alimentar dos suínos em terminação. O rendimento de carcaça quente e peso do pernil apresentaram correlação negativa ($P < 0,05$) com o percentual de inclusão da fibra em detergente ácido. Dessa forma, conclui-se que, a inclusão de elevados percentuais de fibra em detergente ácido prejudica o ganho de peso diário, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça quente e o peso do pernil dos suínos em terminação.

Palavras-chave: fibra dietética, dietas, desempenho zootécnico, características de carcaça, suínos em terminação.

ABSTRACT

Aimed to evaluate the performance and the pig carcass characteristics of finishing fed diets containing different percentages of neutral detergent fiber and acid detergent fiber by adding different fibrous ingredients. They were analyzed 23 articles, 15 national and eight international, who had methodological characteristics and similar objectives. The analyzed spreadsheet had 95 diets, 73 treatments, 2,507 animals and 19 fibrous ingredients. After graphical analysis to verify compliance physiology/biology of animals, there were initiate the correlation analyzes and average test t 1 and 5% significance level. All analyzes were performed using the statistical software Minitab 15. The neutral detergent fiber and acid detergent fiber were negatively correlated ($P<0.05$) with average daily gain. The neutral detergent fiber showed a negative correlation ($P<0.05$) with the backfat thickness and acid detergent fiber showed a negative correlation ($P<0.05$) with hot carcass yield and weight of the ham. The percentage of inclusion of acid detergent fiber showed a negative correlation ($P<0.05$) with average daily gain and feed conversion of finishing pigs. The yield hot carcass weight and ham were negatively correlated ($P<0.05$) with the percentage of inclusion of acid detergent fiber. It concluded that the inclusion of high percentages of acid detergent fiber affect the average daily gain, feed conversion, the hot carcass yield and weight of the shank of finishing pigs.

Keywords: dietary fiber, diets, growth performance, carcass traits, finishing pigs.

1. INTRODUÇÃO

A elevada quantidade de ração consumida pelos suínos na fase de terminação onera os custos de produção da atividade. Nesse sentido, pesquisadores buscam alternativas para reduzir os gastos dietéticos durante a fase de terminação sem prejudicar o desempenho zootécnico e as características da carcaça (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Tentando reduzir custos da produção como também promover melhor acabamento das carcaças suínas, alguns pesquisadores analisaram a inclusão de ingredientes fibrosos na dieta desses animais e verificaram que a utilização desse ingrediente pode promover efeitos deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos (KING; TAVERNER, 1975). Porém, Gomes et al., (2007) relatam que a inclusão de polissacarídeos não amiláceos em proporção adequada pode proporcionar melhor controle das características da carcaça e rendimento de carne magra.

Os polissacarídeos não amiláceos são indigestíveis as secreções endógenas do trato gastrointestinal dos suínos, contudo, a fermentação bacteriana intestinal consegue degradá-los produzindo ácidos graxos de cadeia curta e moléculas de ATPs que serão consumidos pelos suínos e bactérias, respectivamente, promovendo assim aproveitamento dos componentes das fibras (BINDELLE; LETERME; BULDGEN, 2008).

A temática de utilização de ingredientes fibrosos na elaboração de dietas para suínos em terminação é motivo de estudos a décadas, dessa forma, existem diversos trabalhos que contemplam essa temática e nem sempre seus resultados estão de acordo.

Nesse sentido, o estudo meta analítico apresenta-se como uma ferramenta analítica que combina resultados obtidos por vários estudos realizando síntese reproduzível e quantificável dos dados. A síntese de dados proposta pela meta-análise melhora o potencial estatístico na pesquisa dos efeitos dos tratamentos, apresentando-se mais confiável quanto à estimativa do efeito (BOISSEL et al., 1989). Em caso de efeitos aparentemente discordantes, o estudo meta analítico permite obter visão geral da situação (D'AGOSTINO; WEINTRAUB, 1995).

Sendo assim, por a fibra dietética ser um componente crítico na nutrição de suínos e vários trabalhos científicos nem sempre com resultados semelhantes apresentarem essa temática de estudo, objetivou-se com esse trabalho avaliar, por meio de estudo meta analítico, o desempenho zootécnico como também a característica da carcaça de suínos em terminação alimentados com dietas contendo elevados teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido através da inclusão de ingredientes fibrosos em suas rações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório Multiusuário Centralizado para Estudos em Metabolismo de Animais de Interesse Econômico localizado na Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), na cidade de Jaboticabal / São Paulo.

Os trabalhos utilizados para realizar o estudo meta analítico necessariamente precisaram apresentar alguns dados semelhantes como, por exemplo, apresentar dados de desempenho zootécnico (ganho diário de peso, consumo diário de ração e conversão alimentar) e características de carcaça (rendimento de carcaça quente, rendimento de carcaça fria, espessura de toucinho, peso do pernil, comprimento de carcaça e área de olho de lombo), porém trabalhos que não apresentaram todos os dados referentes a características de carcaça e apresentaram dados relativos ao desempenho zootécnico foram selecionados.

A base foi constituída por artigos que obrigatoriamente estudaram a inclusão de ingredientes fibrosos, avaliaram suínos em terminação e utilizaram dietas a base de milho e farelo de soja.

Ao todo 23 artigos participaram do estudo, esses apresentaram variação de publicação compreendida do ano de 1981 até 2014. A média do fator de impacto dos periódicos no qual os artigos foram publicados foi 0,91.

Para elaborar a base foram tabulados, em planilha eletrônica, dados provenientes do material e métodos e resultados dos artigos selecionados. Seguindo a metodologia proposta por Lovatto et al. (2007) e Sauvante et al. (2008), foram definidas as variáveis dependentes e independentes do estudo. Atribuindo um número sequencial crescente (artigo A: código 01; artigo B: código 02; artigo C: código 03; ...; artigo X: código Y) codificou-se os artigos incluídos na planilha eletrônica como também os estudos de cada artigo.

Dos artigos utilizados para realizar o estudo, 15 são nacionais e oito internacionais sendo maior parte desses trabalhos publicados nos periódicos: Pesquisa Agropecuária Brasileira (22%); Revista Brasileira de Zootecnia (13%) e Journal of Animal Science (22%), 18 desses trabalhos (78,26%) foram realizados no Brasil e cinco (21,74%) nos Estados Unidos.

A base de dados compreendeu 95 dietas, 73 tratamentos, 2.507 animais (dispostos nos artigos como: 1.403 machos e 1.104 fêmeas). 1.935 animais foram submetidos a tratamentos contendo a inclusão do ingrediente fibroso enquanto 572 constituíram os tratamentos controle, sem inclusão do ingrediente fibroso. O percentual de inclusão do ingrediente fibroso variou de 5 a 45%.

Participaram do estudo meta analítico 19 ingredientes fibrosos com diferentes composições químicas, conforme pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes fibrosos utilizados nas dietas experimentais

Ingrediente	Nutrientes, %							
	MS	PB	EE	MM	FDN	FDA	Hem	Lig
Alfafa ¹	91,4	13,8	2,2	9,9	47,0	33,2	13,8	8,3
Aveia preta ²	88,1	9,8	4,8	2,6	32,8	14,9	17,9	2,5
Cama de aviário ³	16,6	17,0	0,4	22,5	63,2	39,2	24,0	0,0
Capim arroz ⁴	11,3	9,4	3,8	8,4	71,0	35,0	36,0	5,3
Casca de café melosa ⁵	93,5	8,8	1,1	6,4	34,4	27,7	6,7	5,2
Casca de café melosa ensilada ⁶	67,5	10,0	1,9	-	29,0	23,9	5,3	5,6
Casca de soja ⁷	89,4	12,0	1,3	4,7	62,0	45,6	16,4	3,0
Cevada ⁸	88,9	10,7	1,3	2,2	18,7	5,5	13,3	0,9
Farelo de trigo ⁹	87,1	16,2	3,9	4,5	47,0	13,7	33,3	5,0
Farelo do gérmen de milho peletizado ¹⁰	91,1	10,2	1,3	6,4	29,0	7,5	21,5	1,9
Fécula de mandioca ¹¹	92,7	1,3	0,3	6,6	30,5	22,7	7,8	-
Feno de Tifton ¹²	82,4	15,5	1,2	7,7	79,2	34,3	44,9	-
Gérmen de milho ¹³	90,6	15,6	17,3	5,4	37,1	10,4	26,7	5,5
Grãos de destilaria ¹⁴	27,7	23,9	10,3	3,6	31,7	11,4	20,3	8,2
Grãos de girassol ¹⁵	92,7	27,5	3,1	6,2	43,6	32,9	10,7	10,0
Polpa cítrica ¹⁶	89,1	6,3	3,2	7,9	18,8	14,3	4,5	1,3
Resíduo desidratado de cervejaria ¹⁷	21,8	21,9	8,0	6,0	55,2	24,4	30,7	4,6
Sorgo de baixo tanino ¹⁸	28,0	9,8	2,2	6,7	48,4	40,1	8,4	4,7
Vagem de algaroba ¹⁹	87,9	11,9	3,7	4,7	20,9	13,5	7,4	3,8

MS = Matéria seca; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; MM = Matéria mineral; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; Hem = Hemicelulose; Lig = Lignina; (-) Valores não encontrados na literatura; ¹ Powley et al., 1981; ² Soares et al., 1995; ³ Bellaver et al., 1984; ⁴ Dutra Junior, et al., 1994; ⁵ Parra et al., 2008; ⁶ Oliveira et al., 2002; ⁷ Carvalho et al., 2011; ⁸ Quadros et al., 2008; ⁹ Gentilini et al., 2008; ¹⁰ Fialho et al., 1992; ¹¹ Bertol et al., 1999; ¹² Gomes et al., 2008; ¹³ Widmer et al., 2008; ¹⁴ Linneen et al., 2008; ¹⁵ Whitney et al., 2006; ¹⁶ Hilbrands et al., 2013; ¹⁷ Carellos et al., 2005; ¹⁸ Watanabe et al., 2010; ¹⁹ Albuquerque et al., 2011; ²⁰ Moreira et al., 2014; ²¹ Pinheiros et al., 1989.

Dois delineamentos experimentais foram utilizados dentro do grupo dos artigos que compuseram a base: delineamento em blocos casualizados (DBC) e delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo representados por 69,57% e 30,43%, respectivamente.

Foram, em média, 44 dias de experimento, a raça/linhagem comercial dos animais estudados foram Landrace (0,96%, 24 animais), Wessex (0,80%, 20 animais), Large White (4,79%, 120 animais), Yorkshire (1,59%, 40 animais) e híbridos comerciais (91,86%, 2.303 animais). A média do peso inicial e final dos suínos foi de 59,189 + 12,419 kg e 96,319 + 12,363 kg, respectivamente.

Três trabalhos (13,04%) utilizaram Rostagno et al., (2000; 2005) e 20 (86,96%) o NRC (1979; 1988; 1998) como ferramenta referência para formulação das dietas experimentais.

Os dados referentes ao desempenho zootécnico e características de carcaça de cada artigo, após serem tabulados, foram relativizados tendo como base os resultados obtidos nos estudos dos tratamentos controle de cada artigo, dessa forma, pode-se verificar a relação dos tratamentos teste (com inclusão do ingrediente fibroso) com os tratamentos controle (sem inclusão do ingrediente fibroso), no desempenho produtivo (zootécnico) e características de carcaça dos suínos.

Antes de iniciar a análise meta analítica utilizou-se análise gráfica para verificar a conformidade dos dados com a fisiologia/biologia dos animais. Após verificar a homogeneidade dos dados realizou-se o estudo meta analítico que compreendeu duas etapas: análise de correlação entre as variáveis verificando assim quais fatores se relacionaram; e, teste de média T com 1 e 5% de significância. Todas as análises foram realizadas no programa Minitab 15 (Minitab, 2007).

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 podem ser observadas correlações entre os componentes químicos dos ingredientes utilizados no estudo.

Tabela 2. Correlação entre as frações fibrosas dos ingredientes

Nutrientes	Fibra Bruta	FDN ¹	FDA ²	Hemicelulose
FDN ¹	0,574*	-	-	-
FDA ²	0,642*	0,789*	-	-
Hemicelulose	0,076 ^{ns}	0,635*	0,089 ^{ns}	-
Lignina	0,487*	0,286*	0,359*	0,012 ^{ns}

¹Fibra em detergente neutro. ²Fibra em detergente ácido. *Significativo a 1% e ^{ns}Não significativo, pelo teste t.

A fibra bruta apresenta correlação ($P < 0,01$) com as frações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. Da mesma forma, a FDA, fração fibrosa composta majoritariamente por celulose e lignina, apresenta correlação ($P < 0,01$) com a FDN e lignina, que, por sua vez, apresenta correlação ($P < 0,01$) com a FDN. Observou-se também correlação ($P < 0,01$) entre a fibra em detergente neutro e a hemicelulose. Essas correlações significativas estão atreladas a determinação dessas frações fibrosas, ocorrendo correlação da fração fibrosa com seus constituintes.

A fração de hemicelulose, ao ser estudada separadamente para verificar sua correlação com os parâmetros de desempenho dos suínos na fase de terminação, não apresentou correlação ($P > 0,05$) para nenhum dos parâmetros avaliados, diferentemente, a fibra bruta apresentou correlação positiva ($P < 0,05$) para conversão alimentar (Tabela 3). Dessa forma, quanto maior a quantidade da fibra bruta nas dietas maior será a conversão alimentar dos suínos em terminação.

Tabela 3. Correlação entre os parâmetros de desempenho com fibra bruta e frações fibrosas

Parâmetros de desempenho	Nutrientes			
	Fibra Bruta	FDN ¹	FDA ²	Hemicelulose
Ganho de peso diário	-0,118 ^{ns}	-0,239**	-0,269*	-0,027 ^{ns}
Consumo diário de ração	0,201 ^{ns}	-0,086 ^{ns}	-0,033 ^{ns}	-0,054 ^{ns}
Conversão alimentar	0,254**	0,106 ^{ns}	0,164 ^{ns}	-0,017 ^{ns}

¹Fibra em detergente neutro. ²Fibra em detergente ácido. * e **Significativo a 1 e 5%, respectivamente, e ^{ns}Não significativo, pelo teste t.

A FDN apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com o parâmetro de ganho de peso diário, sendo assim a inclusão de alimentos com fibra em detergente neutro em índices crescentes diminui o ganho de peso dos suínos em terminação, o mesmo foi observado para a FDA.

Com relação a característica de carcaça, não houve correlação ($P > 0,01$) entre a fibra bruta e os parâmetros analisados (Tabela 4), indicando que essa variável não influencia diretamente os parâmetros analisados. Por outro lado, a FDN apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com a espessura de toucinho, o mesmo foi observado para o peso do pernil ($P < 0,05$) e rendimento de carcaça quente ($P < 0,01$) da FDA. Nesse contexto, a presença da FDN e FDA, tendo em vista a correlação negativa, reduzem a espessura de toucinho e, peso do pernil e rendimento de carcaça quente, respectivamente.

Tabela 4. Correlação entre os parâmetros de característica de carcaça com fibra bruta e frações fibrosas

Parâmetros de característica	Nutrientes			
	Fibra Bruta	FDN ¹	FDA ²	Hemicelulose
Rendimento de carcaça quente	0,192 ^{ns}	-0,312 ^{ns}	-0,710*	0,448**
Rendimento de carcaça fria	0,202 ^{ns}	0,026 ^{ns}	-0,171 ^{ns}	0,214 ^{ns}
Espessura de toucinho	0,165 ^{ns}	-0,235**	-0,168 ^{ns}	-0,130 ^{ns}
Peso do pernil	0,026 ^{ns}	-0,214 ^{ns}	-0,348**	0,084 ^{ns}
Comprimento de carcaça	0,063 ^{ns}	-0,124 ^{ns}	-0,062 ^{ns}	-0,122 ^{ns}
Área de olho de lombo	0,063 ^{ns}	-0,031 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,104 ^{ns}

¹Fibra em detergente neutro. ²Fibra em detergente ácido. * e **Significativo a 1 e 5%, respectivamente, e ^{ns}Não significativo, pelo teste t.

Verificou-se que há correlação positiva ($P < 0,05$) entre o parâmetro de rendimento de carcaça quente e a hemicelulose, dessa forma, a presença da hemicelulose nas dietas pode promover aumento do rendimento de carcaça quente.

A correlação entre o consumo de FDN e FDA sobre desempenho e características de carcaça estão representados na Tabela 5.

Tabela 5. Correlação entre o consumo de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido sobre desempenho e características de carcaça

Variável	FDN		FDA	
	Consumo de FDN ¹	P	Consumo de FDA ²	P
Parâmetros de desempenho				
Ganho de peso diário	-0,585*	0,001	-0,548*	0,001
Consumo diário de ração	0,109 ^{ns}	0,294	0,122 ^{ns}	0,238
Conversão alimentar	0,730*	0,001	0,693*	0,001
Parâmetros de característica de carcaça				
Rendimento de carcaça quente	-0,426*	0,043	-0,182 ^{ns}	0,406
Rendimento de carcaça fria	-0,111 ^{ns}	0,370	-0,044 ^{ns}	0,726
Espessura de toucinho	0,031 ^{ns}	0,784	0,034 ^{ns}	0,759
Peso do pernil	-0,190 ^{ns}	0,274	-0,030 ^{ns}	0,865
Comprimento de Carcaça	-0,094 ^{ns}	0,489	-0,146 ^{ns}	0,281
Área de olho de lombo	-0,216 ^{ns}	0,077	-0,215 ^{ns}	0,079

¹Fibra em detergente neutro. ²Fibra em detergente ácido. * Significativo a 5% de probabilidade e ^{ns}Não significativo, pelo teste t.

Dos parâmetros de desempenho avaliados apresentaram resultados significativos ($P < 0,01$) o ganho de peso diário e a conversão alimentar. A disponibilidade de FDN nas dietas para suínos na fase de terminação interferiu negativamente no parâmetro de rendimento de carcaça quente ($P < 0,05$).

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as médias do tratamento controle e fibra em detergente neutro em nenhum dos parâmetros de desempenho zootécnico analisados (Tabela 6).

Tabela 6. Desempenho dos suínos em terminação alimentados com dietas controle e dietas com inclusão da fibra em detergente neutro

Parâmetros de desempenho	Tratamento		EPR ^{2*}
	Controle	FDN ¹	
Ganho de peso diário (kg)	0,867 ^{ns}	0,855 ^{ns}	34,81
Consumo diário de ração (kg)	2,804 ^{ns}	2,777 ^{ns}	111,60
Conversão alimentar	3,3 ^{ns}	3,2 ^{ns}	0,20

¹Fibra em detergente neutro. ^{2*}Erro padrão residual. ^{ns}Não significativo a 5%, pelo teste t.

Na Tabela 7 pode-se observar que não houve correlação ($P > 0,05$) entre o percentual de inclusão de FDN nas dietas e os parâmetros de desempenho e característica de carcaça dos animais.

Tabela 7. Correlação entre o percentual de inclusão de fibra em detergente neutro nas dietas com os parâmetros de desempenho e característica de carcaça dos suínos em terminação

Variável	% de inclusão de FDN ¹	P
Parâmetros de desempenho		
Ganho de peso diário	-0,097 ^{ns}	0,564
Consumo diário de ração	0,170 ^{ns}	0,307
Conversão alimentar	0,186 ^{ns}	0,264
Parâmetros de característica de carcaça		
Rendimento de carcaça quente	0,957 ^{ns}	0,188
Rendimento de carcaça fria	0,271 ^{ns}	0,148
Espessura de toucinho	0,257 ^{ns}	0,119
Peso do pernil	0,469 ^{ns}	0,203
Comprimento de Carcaça	0,052 ^{ns}	0,823
Área de olho de lombo	-0,232 ^{ns}	0,265

¹Fibra em detergente neutro. ^{ns}Não significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8, observam-se as médias dos parâmetros de desempenho do tratamento controle e da inclusão de FDA. Os animais que receberam o tratamento com FDA apresentaram menor ganho de peso diário ($P < 0,05$) quando comparado com os animais do tratamento controle.

Tabela 8. Desempenho dos suínos em terminação alimentados com dietas controle e dietas com inclusão da fibra em detergente ácido

Parâmetros de desempenho	Tratamento		EPR ^{2*}
	Controle	FDA ¹	
Ganho de peso diário (kg)	0,823 ^a	0,789 ^b	23,43
Consumo diário de ração (kg)	2,775 ^{ns}	2,770 ^{ns}	95,63
Conversão alimentar	3,6 ^{ns}	3,4 ^{ns}	0,37

¹Fibra em detergente ácido. ^{2*}Erro padrão residual. ^{ab} Médias na mesma linha com letras distintas diferem a 5% de probabilidade e ^{ns}Não significativo, pelo teste t.

Para os parâmetros de desempenho: ganho de peso diário e conversão alimentar, e características de carcaça: rendimento de carcaça quente e peso do pernil, houve diferença (P<0,05) na correlação com o percentual de inclusão da FDA (Tabela 9). Sendo assim, quanto maior a inclusão da fibra em detergente ácido, pior será a conversão alimentar, o ganho de peso diário, o rendimento de carcaça quente e o peso do pernil, e melhor será o comprimento da carcaça dos suínos em terminação.

Tabela 9. Correlação entre o percentual de inclusão de fibra em detergente ácido nas dietas com os parâmetros de desempenho e característica de carcaça dos suínos em terminação

Variável	% de inclusão de FDA ¹	P
Parâmetros de desempenho		
Ganho de peso diário	-0,534 [*]	0,001
Consumo diário de ração	0,015 ^{ns}	0,914
Conversão alimentar	0,639 [*]	0,001
Parâmetros de característica de carcaça		
Rendimento de carcaça quente	-0,518 [*]	0,019
Rendimento de carcaça fria	-0,054 ^{ns}	0,749
Espessura de toucinho	-0,045 ^{ns}	0,768
Peso do pernil	-0,441 [*]	0,024
Comprimento de Carcaça	0,398 ^{ns}	0,018
Área de olho de lombo	-0,281 ^{ns}	0,068

¹Fibra em detergente ácido. ^{*} Significativo a 5% de probabilidade e ^{ns}Não significativo, pelo teste t.

4. DISCUSSÃO

A análise de correlação das frações fibrosas dos ingredientes (Tabela 2) resultou na correlação ($P < 0,01$) da fibra bruta com a fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. Ao analisar ingredientes fibrosos utilizando-se metodologia da fibra bruta, o resultado final será baseado na presença da celulose, lignina e, parcialmente da hemicelulose. Um dos fatos que cominou na busca e, posteriormente, desenvolvimento de outro método para analisar as fibras dietéticas foi influenciado pela solubilidade de algumas moléculas de hemicelulose quando submetidas às soluções da análise da fibra bruta (HARRIS, 1970). Nesse sentido, a análise de fibra bruta pode solubilizar elevada quantidade de hemicelulose tornando não significativa a presença dessa fração fibrosa no ingrediente pós-análise, subestimando o valor de fibra dos alimentos.

Os ingredientes fibrosos apresentam frações insolúveis em detergente neutro (hemicelulose, celulose e lignina), ao realizar análise desta fração todos os compostos orgânicos, com exceção dos insolúveis a solução em detergente neutro, vão solubilizar desprendendo-se da amostra em análise. A amostra pós-análise após subtração da matéria mineral, representará apenas a fibra em detergente neutro (HALL et al., 1999). Nesse sentido a correlação da fibra em detergente neutro com as frações fibrosas que as constitui, nesse caso representadas pela hemicelulose, celulose e o composto fenólico lignina, esta associado por estas frações comporem a fibra em detergente neutro.

Com o passar do tempo, Van Soest (1967), desenvolveu metodologia da fibra em detergente ácido isolando os compostos insolúveis celulose e lignina. As frações representadas pela fibra em detergente ácido estão inseridas na fibra em detergente neutro, porém, devido a solubilização da hemicelulose no detergente ácido, essa fração fibrosa não faz parte da fibra em detergente ácido, não havendo correlação entre elas (Tabela 2).

Dessa forma, os constituintes da fibra se correlacionam com as metodologias que os determinam, visto que cada método utilizado tem como objetivo verificar cada fração, o que indica que o método de determinação da fibra bruta não corresponde ao valor real de fibra dos alimentos, subestimando o valor deste nutriente.

A correlação negativa ($P < 0,01$) da variável ganho de peso com os parâmetros de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido propõe que a inclusão das frações fibrosas representadas promove piora no desempenho produtivo dos animais (Tabela 3). A utilização de ingredientes fibrosos na ração dos suínos em terminação pode reduzir o desempenho desses animais, pois a digestibilidade das dietas tendem a piorar e com isso, caso o percentual

de inclusão do ingrediente fibroso esteja acima do recomendado (Blas et al., 2006) pode comprometer os parâmetros de desempenho zootécnico como também as características da carcaça.

A redução no ganho de peso diário dos suínos em terminação submetidos a dietas elaboradas com ingredientes fibrosos (Tabela 3) pode ser decorrente de alterações nas funções fisiológicas, como também da alteração da taxa de excreção das secreções endógenas (REFSTIE et al., 1999), pois apesar delas não apresentarem enzimas responsáveis para digerir as frações fibrosas a não excreção correta pode comprometer a degradação e absorção de outros nutrientes podendo prejudicar desempenho.

Oliveira et al. (2002), ao verificarem a inclusão de 20% da casca de café na ração de suínos em terminação, concluíram que houve piora no ganho de peso diário e conversão alimentar dos animais. De forma semelhante, Parra et al. (2008), verificaram que a medida que se eleva a inclusão de 20% da casca de café nas rações dos suínos em terminação, os parâmetros de ganho de peso diário e conversão alimentar desses animais pioraram.

A fibra em detergente neutro apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com o parâmetro de espessura de toucinho (Tabela 4). A redução da espessura de toucinho na carcaça de suínos é um efeito benéfico devido à elevada busca por cortes magros pelo consumidor final (GOMES et al., 2008).

A redução da espessura de toucinho com a adição da fibra em detergente neutro nas dietas dos suínos é um dos objetivos do programa de restrição alimentar qualitativa. A redução na camada da gordura subcutânea representa uma das principais metas da indústria frigorífica, principalmente quando a redução de gordura é acompanhada de maior percentual de carne magra (GOMES, 1996).

Neste sentido, Dutra Júnior et al. (2009), verificaram a inclusão de 30% de elódea (ingrediente fibroso) na alimentação de suínos em terminação e verificaram que a diluição energética proporcionada pela inclusão desse ingrediente fibroso proporcionou redução da espessura de toucinho a medida que os níveis de inclusão aumentaram.

Nesse sentido, Gomes (1996), verificou redução da espessura de toucinho ao incluir 20% de feno de alfafa na ração de suínos em terminação e concluiu que a inclusão de ingredientes fibrosos na ração desses animais melhora a qualidade da carcaça, apesar dessa inclusão estar associada a um menor ganho de peso corporal desses animais.

Observou-se correlação negativa ($P < 0,05$) da fibra em detergente ácido com o rendimento de carcaça quente (Tabela 4). A fração fibrosa representada pela celulose e lignina são indigestíveis pelas secreções endógenas do trato gastrointestinal dos suínos, além disso, a fração fibrosa da celulose apresenta-se como insolúvel de baixo grau de fermentação contribuindo pouco com a produção de ácidos graxos de cadeia curta produzidos através da atividade fermentativa, com isso, sua inclusão nas dietas dos suínos pode comprometer parâmetros de desempenho zootécnico e características da carcaça (BINDELLE; LETERME; BULDGEN, 2008).

O aumento da quantidade da fibra insolúvel na dieta dos suínos em terminação pode proporcionar diminuição no tempo de passagem da digesta devido ao aceleração da motilidade do trato gastrointestinal influenciada pelo estímulo físico da fibra sobre a parede do trato gastrointestinal (WARNER, 1981), dessa forma, proporcionando prejuízos no processo de absorção de nutrientes e posteriormente comprometendo alguns parâmetros da característica da carcaça.

Gomes et al., (2008) analisaram a inclusão de feno de Tifton na alimentação de suínos em terminação. O feno de Tifton apresenta-se como um ingrediente com elevado percentual de fibra em detergente neutro (79,2%) e reduzido de fibra em detergente ácido (34,3%), essa relação caracteriza o ingrediente como contendo elevada quantidade de hemicelulose (44,9%), molécula facilmente solúvel a fermentação bacteriana intestinal, concluindo que a inclusão do feno de Tifton na ração de suínos em terminação é uma alternativa para a fase de produção, tendo em vista que o ingrediente não promoveu alterações no rendimento e características de carcaça.

Por outro lado, Carvalho et al., (2011), trabalharam com suínos em terminação alimentados com dietas contendo percentuais de inclusão da casca de café melosa ensilada (FDN: 29,0%; FDA: 23,9; Hem: 5,3), ingrediente com elevado percentual de fibra insolúvel e reduzido de fibra solúvel. Carvalho et al., (2011) concluíram que a inclusão desse ingrediente fibroso prejudica o desempenho dos suínos em terminação.

Analisando o concluído por Gomes et al., (2008) e Carvalho et al., (2011), confirma a afirmação de Warner (1981), que relata a provável má absorção de nutrientes mediante elevados percentuais de fibra insolúvel na dieta dos suínos em terminação, podendo reduzir desempenho zootécnico e parâmetros de características da carcaça.

O rendimento de carcaça quente apresentou correlação positiva ($P < 0,05$) com a fração fibrosa de hemicelulose. Nesse sentido, espera-se que a hemicelulose interfira positivamente no rendimento da carcaça quente. Por tratar-se de fração fibrosa solúvel, a hemicelulose é

facilmente fermentada pelas bactérias presentes no intestino dos suínos, dessa forma, contribuindo para bom rendimento de carcaça quente.

A fermentação bacteriana promovida pelos microrganismos presentes no intestino degrada as moléculas de hemicelulose produzindo ácidos graxos de cadeia curta e moléculas de ATP, dessa forma o processo fermentativo colabora com a exigência energética dos suínos em terminação ajudando a manter bons parâmetros de características da carcaça (BINDELLE; LETERME; BULDGEN, 2008).

Verificou-se correlação negativa ($P < 0,05$) entre o parâmetro de ganho de peso diário com o consumo de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, como também, correlação positiva ($P < 0,05$) da conversão alimentar com o consumo de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (Tabela 5). Sendo assim, quanto maior for o consumo dessas frações fibrosas, menor será o ganho de peso e maior será a conversão alimentar dos suínos em terminação.

O consumo das frações fibrosas, independente de sua classificação vão proporcionar efeitos não desejados caso a inclusão seja maior que o recomendado. O metabolismo nutricional do suíno em terminação irá ser modificado devido a inclusão de ingredientes fibrosos em suas rações, pois esses animais não apresentam enzimas responsáveis por degradar frações fibrosas (MONTAGNE; PLUSKE; HAMPSON, 2003).

A degradação das frações fibrosas irá ocorrer no intestino através da fermentação realizada por bactérias anaeróbicas, essa fermentação acarretará na produção de substâncias que vão contribuir para o desempenho e característica da carcaça desses animais, porém deve-se ter cuidado na inclusão de ingredientes fibrosos caracterizados como majoritariamente compostos por fibra em detergente ácido, pois essas frações precisam de atividade fermentativa elevada para contribuir com o metabolismo energético, caso apresente-se em elevada proporção podem comprometer o desempenho e características dos suínos.

O consumo da fibra em detergente neutro apresentou correlação negativa ($P < 0,05$) com o parâmetro de rendimento de carcaça quente. Nesse contexto, quanto maior o consumo da fibra em detergente neutro, menor será o rendimento de carcaça quente, porém não há correlação negativa do consumo de fibra em detergente neutro com nenhum dos demais parâmetros de características de carcaça.

As reações bioquímicas certamente ocorreram de forma a comprometer a qualidade da carcaça fria e rendimento de cortes (MERTENS, 1997), pois não foi verificada nenhuma outra correlação entre a fibra em detergente neutro e características quantitativas da carcaça, sendo interessante avaliar características qualitativas das carcaças de suínos alimentados com

percentual de inclusão de fibra em detergente neutro em suas rações, principalmente os que apresentaram rendimento de carcaça quente menor ($P<0,05$) que o tratamento controle.

Ao analisar a média do tratamento controle com a fibra em detergente ácido quanto aos parâmetros de desempenho, verificou-se diferença ($P<0,05$) no parâmetro de ganho de peso diário. O tratamento controle obteve melhor resposta quando comparado ao tratamento da fibra em detergente ácido (Tabela 8).

A fibra em detergente ácido apresenta características insolúveis, seja do polissacarídeo não amiláceo, celulose, como também do composto fenólico, lignina. Ambas as frações fibrosas que constituem a fibra em detergente neutro são indigestíveis as enzimas endógenas dos suínos, além da celulose apresentar característica de baixo grau fermentativo, reduzindo, devido a baixa produção de ácidos graxos de cadeias curtas, o ganho de peso diário desses animais.

Contribuindo, Vanderhoof (1998) relata que as frações insolúveis da parede celular ao passarem pelo trato gastrointestinal dos suínos não sofrem degradação podendo atuar como barreira física capaz de limitar a atividade das enzimas digestivas ao conteúdo interno das células, reduzindo a digestão e absorção de nutrientes.

O percentual de inclusão da fibra em detergente ácido apresentou correlação negativa ($P<0,05$) com o ganho de peso diário e positiva com a conversão alimentar. A correlação positiva ($P<0,05$) da fibra em detergente ácido com a conversão alimentar torna-a menos eficiente a medida que o percentual de inclusão da fibra em detergente ácido aumenta, da mesma forma ocorre com o ganho de peso diário dos suínos em terminação (Tabela 9).

Blas et al. (2006), ao desenvolverem Tabela de exigência nutricional para suínos na fase de crescimento e terminação quantificaram a inclusão máxima da fibra em detergente neutro na dieta dos suínos em terminação, concluindo que a inclusão de até 17% na dieta dos suínos em terminação não compromete o desempenho zootécnico como também as características da carcaça dos animais.

Após o desenvolvimento da metodologia de determinação da fibra em detergente neutro (VAN SOEST, 1965) e fibra em detergente ácido (VAN SOEST, 1967), pesquisadores verificaram que as frações fibrosas representadas pela fibra em detergente ácido estão inseridas na fibra em detergente neutro. Dessa forma, tendo em vista a presença da hemicelulose na fibra em detergente neutro e seu máximo de inclusão de 17% nas dietas dos suínos em terminação, a correlação negativa do ganho de peso diário e positiva da conversão alimentar podem estar relacionado com o fato de trabalhos inseridos nesse estudo terem verificado níveis de inclusão de até 45% da fibra em detergente ácido, apresentando-se como

bastante elevado tendo em vista o percentual descrito por Blas et al. (2006) como ideal para inclusão da fibra em detergente neutro.

Os parâmetros de carcaça quente e peso do pernil também apresentaram correlação negativa (Tabela 9) com o percentual de inclusão da fibra em detergente ácido ($P < 0,05$). Elevados percentuais de inclusão da fibra dietética, principalmente da fibra em detergente ácido, por caracterizar-se como insolúvel necessitando de elevada fermentação bacteriana para ser digerida, podem comprometer as características de carcaça dos suínos em terminação.

O tempo necessário para degradar completamente as frações fibrosas de celulose (insolúvel) pode ser superior ao tempo que a ingesta permanece no intestino grosso dos suínos em terminação (WARNER, 1981), esse aspecto como também a reduzida quantidade de água presente nas frações de celulose proporcionam menor digestibilidade fermentativa das fibras insolúveis, podendo acarretar rendimento inferior ao esperado (WARPECHOWSKI, 1996).

5. CONCLUSÃO

A inclusão de elevados percentuais de fibra em detergente ácido prejudica o ganho de peso diário, a conversão alimentar, o rendimento de carcaça quente e o peso do pernil dos suínos em terminação.

6. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, D. M. N.; LOPES, J. B.; KLEIN JUNIOR, M. H.; MERVAL, R. R.; SILVA, F. E. S.; TEIXEIRA, M. P. F. Resíduo desidratado de cervejaria para suínos em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.63, n.2, p.465-472, 2011.
- AUMAITRE, A.; KIEHL, M.; DEVULF, H. Valeur alimentaire du manioc et de diferentes céréales dans les régimes de sevrage precoce du porcelet: utilisation digestive de l'aliment et effet sur la croissance des animaux. **Annales de Zootechnique**, v.18, n.4, p.385-398, 1969.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; FROTAS, J. F. Cama de aviário em dietas isonitrogenadas e isoenergéticas para suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.19, n.8, p.1039-1045, 1984.
- BERTOL, T. M.; LIMA, G. J. M. M. Níveis de resíduo industrial de fécula da mandioca na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.243-248, 1999.
- BINDELLE, J.; LETERME, P.; BULDGEN, A. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**, Belgium, v. 12, p. 69-80, 2008.
- BLAS, C.; GASA, G. G. Necesidades nutricionales para ganado porcino. **Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal**. Madrid, 2006.
- CARELLOS, D. C.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; FREITAS, R. T. F.; SILVA, H. O.; BRANCO, P. A. C.; SOUZA, Z. A.; VIEIRA NETO, J. Evaluation of sunflower meal on growth and carcass traits of finishing pigs. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.1, p.208-215, 2005.
- CARVALHO, P. L. O.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; PAIANO, D.; PIANO, L. M.; SIERRA, L. M. P. Sticky coffee hull silage on the feeding of growing and finishing pigs. **Revista brasileira de zootecnia**, Brasília, v.40, n.2, p.343-351, 2011.
- DUTRA JÚNIOR, W. M.; SANDI, D.; TAROUCO, J. U.; BRACCINI NETO, J.; APPEL, P. W.; TEIXEIRA, J. L. A.; SILVA, S. L. Utilização da semente do capim arroz (*Echinochloa* spp) triturada na alimentação de suínos na fase de terminação. **Revista FZVA**, Uruguáína, v.1, n.1, p.84-91, 1994.
- FACCO, E. T. S. Valorização da carcaça suína e suas implicações na cadeia produtiva de suínos. **Porkword**, Campinas, v.2, n.11, p.32, 2003.

- FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; FERREIRA, A. S.; GOMES, C. G.; GIROTTO, A. F. Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.27, n.10, p.1467-1475, 1992.
- FIALHO, E. T.; GOMES, P. C.; BELLAVER, C.; PROTAS, J. F. S.; COSTA, V. Níveis de farelo de trigo em rações de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.6, p.665-671, 1986.
- GENTILINI, F. P.; LIMA, G. J. M. M.; GUIDONI, A. L.; RUTZ, F. Casca de soja em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.14, n.2, p.375-382, 2008.
- GOMES, J. D. F. **Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro, sobre parâmetros de desempenho, de digestibilidade dos componentes dietéticos e da morfologia intestinal de marrãs**. 1996. 110 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça. I. Suínos em crescimento e terminação. **Revista Semina**, v.28, n.3, p.483-492, 2007.
- GOMES, J. D. F.; PUTRINO, S. M.; MARTELLI, M. R.; SOBRAL, P. J. A.; FUKUSHIMA, R. S. Desempenho e características de carcaça de suínos alimentados com dietas com feno de tifton (*Cynodon dactylon*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiás, v.9, n.1, p.59-67, 2008.
- KING, R. H.; TAVERNER, M. R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fibre contents. **Animal Production**, v.21, p.275-284, 1975.
- LINNEEN, S. K.; DEROUCHÉY, J. M.; DRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; NELSSON, J. L. Effect of dried distillers with solubles on growing and finishing pig performance in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.86, n.7, p.1579-1587, 2008.
- LONGLAND, A. C.; CARRUTHERS, J.; LOW, A. G. The ability of piglets 4 to 8 weeks old to digest and perform on diets containing two contrasting sources of non-starch polysaccharides. **Animal Production**, n.58, p.405-410, 1994.
- LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; ANDRETTA, I.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A. D. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.36, p.285-294, 2007.

- HALL, M. B.; HOOVER, W. H.; JENNINGS, J. P.; WEBSTER, T. K. M. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.
- HARRIS, L. E. **Os métodos químicos e biológicos empregados na análise de alimentos**, Gainesville, Flórida, USA: Universidade da Flórida, 1970.
- HILBRANDS, A. M.; JOHNSTON, L. J.; MCCLELLAND, K. M.; COX, R. B.; BOIDOO, S. K.; SOUZA, L. W. O.; SHURSON, G. C. Effects of abrupt introduction and removal of high and low digestibility corn distillers dried grains with solubles from the diet on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.91, n.1, p.248-258, 2013.
- MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.80, p.1463, 1997.
- MINITAB. **User's guide: Meet Minitab**. Version 15. Stat College: Minitab, 2007. 142p.
- MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. New York: Academic Press.
- MONRO, J. A. Evidence based food choice: the need for new measures of food effects. **Trends Food Science Technology**, Ontario, v.11, n.4-5, p.136-144, 2000.
- 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.; RIBEIRO, C. R.; FURLAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; KUTSCHENKO, M. Utilização do farelo de milho desengordurado na alimentação de suínos em crescimento e terminação - digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.31, n.6, p.2238-2246, 2002.
- MOREIRA, F. R. C.; COSTA, A. N.; MARTINS, T. D. D.; SILVA, J. H. V.; MEDEIROS, H. R.; CRUZ, G. R. B. Substituição parcial do milho por sorgo granífero na alimentação de suínos nas fases de creche, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.15, n.1, p.94-107, 2014.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of swine**. 8.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1979. 52p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of swine**. 9.ed. Washington, National Academy of Sciences, 1988. 94p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of swine**. 10.ed. Washington. National Academy Press, 1998. 189p.

- OLIVEIRA, S. L.; FIALHO, E. T.; MURGAS, L. D. S.; FREITAS, R. T. F.; OLIVEIRA, A. I. G. Utilização de casca de café melosa em rações de suínos em terminação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.26, n.6, p.1330-1337, 2002.
- OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F. Pearl millet ororghum diets with amino acids supplementation for finishing pigs. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p.58-62, 2007.
- PARRA, A. R. P.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; PAIANO, D.; SCHERER, C.; CARVALHO, L. O. Utilização da casca de café na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 433-442, 2008.
- POWLEY, J. S.; CHEEKE, P. R.; ENGLAND, D. C.; DAVIDSON, T. P.; KENNICK, W. H. Performance of growing-finishing swine fed high levels of alfafa meal: Effects of alfafa level, dietary additives and antibiotics. **Journal of Animal Science**, v.53, n.2, p.308-316, 1981.
- PINHEIRO, M. J. P.; ROSADO, C. A. S.; FERNANDES, M. B.; COSTA, E. S.; PIRES, G. S. Utilização da vagem de algaroba [Prosopis juliflora (SW.) D.C.] na alimentação de suínos em terminação. **Caatinga**. Mossoró, v.6, p.62-74, 1989.
- QUADROS, A. R. B.; MOREIRA, I.; FURLAN, A. C.; RIBEIRO, C. R.; PERDIGÃO, L.; KUTSCHENKO, M. Inclusão de diferentes níveis de casca de soja moída em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.463-469, 2008.
- VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, p.834, 1965.
- VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.
- VANDERHOOF, J. A. Immunonutrition: the role of carbohydrate. **Nutrition Research**, New York, v.14, n.8, 1998.
- REFSTIE, S.; SVIHUS, B.; SHEARER, K. D. Nutrient digestibility in atlantic salmon and broiler chickens related to viscosity and non-starch polysaccharide content in diferente soyabean products. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.79, n.2, p.331-345, 1999.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: composição de alimentos e exigência nutricional. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 141p.

- 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**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 186p.
- SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J. J.; PIERRE, N. R. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, v.2, p.1203-1214, 2008.
- SOARES, M.; SILVEIRA, J. C. G. S.; SOUZA, J. M.; PRUSS, C. V.; GARCIA, G. G. Efeitos de diferentes níveis de aveia preta (*Avena strigosa*) em rações para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.1, p.145-150, 1995.
- WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews**, v.51, n.12, p.789-975, 1981.
- WARPECHOWSKI, M. B. **Efeito da fibra insolúvel da dieta sobre a passagem no trato gastrointestinal de aves intactas, cecectomizadas e fistuladas no íleo terminal**. 1996. 125p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 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 swine. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.3, p.709-718, 2010.
- WENK, C. The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science Technology**. Amsterdam, v.90, n.1, p.21-33, 2001.
- WIDMER, M. R.; MCGINNIS, L. M.; WULF, D. M.; STEIN, H. H. Effect of feeding distillers dried grains with solubles, high-protein distillers dried grains, and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. **Journal of Animal Science**, v.86, n.8, p.1819-1831, 2008.
- WHITNEY, M. H.; SHURSON, G. C.; JOHNSTON, L. J.; WULF, D. M.; SHANKS, B. C. Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v.84, n.12, p.3356-3363, 2006.