

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CÂMPUS EXPERIMENTAL DE DRACENA

Géssica Ferreira Ramos

**FARELO DE ABACAXI COMO FONTE DE FIBRA NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES DESMAMADOS**

Ilha Solteira

2015

Géssica Ferreira Ramos

**FARELO DE ABACAXI COMO FONTE DE FIBRA NA
ALIMENTAÇÃO DE LEITÕES DESMAMADOS**

Dissertação apresentada ao Câmpus Experimental de Dracena – Unesp, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal. Especialidade: Sistemas de Produção.

Prof. Dr. Urbano dos Santos Ruiz

Orientador

Prof. Dr. Fábio Enrique Lemos Budiño

Co-orientador

Ilha Solteira
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R175f Ramos, Géssica Ferreira .
Farelo de abacaxi como fonte de fibra na alimentação de leitões desmamados / Géssica Ferreira Ramos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2015
66 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Nutrição Animal, 2015

Orientador: Urbano dos Santos Ruiz
Co-orientador: Fábio Enrique Lemos Budiño
Inclui bibliografia

1. Excreção de resíduos. 2. Fibra dietética . 3. Ganho de peso.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Resíduo de abacaxi como fonte de fibra na alimentação de leitões desmamados

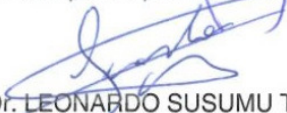
AUTORA: GESSICA FERREIRA RAMOS

ORIENTADOR: Prof. Dr. URBANO DOS SANTOS RUIZ

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. FÁBIO ENRIQUE LEMOS BUDIÑO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal, Área: PRODUÇÃO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. URBANO DOS SANTOS RUIZ
Unesp / Campus Experimental de Dracena


Prof. Dr. LEONARDO SUSUMU TAKAHASHI
Zootecnia / Campus Experimental de Dracena


Profa. Dra. MARIA CRISTINA THOMAZ
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 04 de março de 2015.

"A compaixão pelos animais está intimamente ligada à bondade de caráter, e pode ser seguramente afirmado que quem é cruel com os animais não pode ser um bom homem."

Arthur Schopenhauer

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir a conclusão desta etapa tão importante em minha vida, me proporcionando acima de tudo muita saúde, e segurando minha mão nos momentos de dificuldade.

À minha família, pelo incentivo, carinho e principalmente paciência dedicada a mim. Sem vocês jamais chegaria aqui.

Ao meu namorado Bruno por sempre estar ao meu lado, pelo incentivo e paciência diante dos momentos difíceis.

Ao meu Orientador Urbano dos Santos Ruiz, pela confiança, paciência e por todo o ensinamento destinado a mim.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo financiamento concedido para a realização do projeto de número 2013/15186-2.

Ao Prof. Dr. Fábio Enrique Lemos Budiño, do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (IZ), por me auxiliar com tudo, durante toda a condução do meu experimento.

Aos amigos antigos, e àqueles que fiz nessa fase da minha vida, que sem dúvida guardarei sempre em meu coração. Em especial, ao Adriano Barbieri, que muito me ajudou nesse período.

Aos funcionários da UNESP - Câmpus Experimental de Dracena, pelo auxílio durante todo esse período, especialmente aos técnicos dos laboratórios, sempre à disposição.

A toda a equipe do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, no qual tive a oportunidade de participar por um ano das reuniões do conselho, e ver a dedicação com que ele é levado.

RESUMO

Objetivou-se avaliar dietas com teores crescentes (0%, 3,4%, 6,8% e 10,2%) de farelo de abacaxi na alimentação de leitões desmamados. Foram utilizados 56 leitões, dos 21 aos 63 dias de idade, avaliados quanto aos seguintes parâmetros: desempenho zootécnico; incidência de diarreia; digestibilidades das dietas; excreções nas fezes, totais e por unidade de peso vivo ganho, de matérias seca (MS), mineral (MM) e orgânica (MO), nitrogênio (N) e fósforo (P); morfologia da mucosa intestinal; pesos dos órgãos do trato digestório; tempo de trânsito da digesta; e índices de custos das dietas. As avaliações foram efetuadas em três períodos: I - dos 21 aos 35 dias; II - dos 21 aos 49 dias; III dos 21 aos 63 dias de idade dos leitões. Os animais foram distribuídos em blocos casualizados, de acordo com seus pesos ao início do experimento, com quatro tratamentos e sete repetições. No período II os animais submetidos as dietas com 3,4 e 6,8% de farelo de abacaxi consumiram mais ração ($P<0.05$), e no período III verificou-se maior ganho de peso ($P<0.05$) somente dos animais que receberam a dieta com 3,4% de farelo de abacaxi, ambos em relação aos leitões controle. No período III todos os animais que receberam as dietas com adição de farelo de abacaxi apresentaram excreções de MS, MM, MO e N superiores ($P<0.05$) as dos animais controle. Contudo, as excreções destes componentes nas fezes por unidade de peso vivo ganho no período III, não diferiram ($P>0.05$) entre os leitões que receberam as dietas sem farelo de abacaxi e os que consumiram a dieta com 3,4% do produto. A adição de farelo de abacaxi as dietas dos leitões diminuiu ($P<0.05$) as digestibilidades dos nutrientes em todos os períodos e o tempo de trânsito gastrointestinal no período 1. Contudo, não se observou aumentos significativos nos pesos dos órgãos gastrintestinais e danos a estrutura da mucosa intestinal dos animais. A inclusão do farelo de abacaxi em 3,4% a dietas para leitões desmamados é viável, por não interferir negativamente nas excreções por unidade de peso vivo ganho e nos índices de custos das dietas e por proporcionar melhor ganho de peso aos animais em relação aos suínos que não consumiram farelo de abacaxi.

Palavras-chave: Excreção de resíduos. Fibra dietética. Ganho de peso.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate diets with growing levels of pineapple meal, as a fiber source, in weaned piglets feeding. Fifty six piglets, from 21 to 63 days old, were fed diets composed mainly by corn, soybean meal and dairy products, with the addition of pineapple byproduct in 0%, 3,4%, 6,8% and 10,2%. The parameters evaluated were: growth performance; diarrhea incidence; diets digestibility; excretion in feces, total and per unit of weight gain, of dry (DM), mineral (MM) and organic (OM) matters, nitrogen (N) and phosphorous (P); intestinal mucosa morphology; digestive organs weight; digesta transit time; indices of costs. The trial was divided in three periods: I - from 21 to 35 days; II - from 21 to 49 days; and III - from 21 to 63 days of age. The animals were allotted into a complete randomized design, according with their weight in the beginning of the trial, with four treatments and seven repetitions. In period II the animals fed diets with 3.4 and 6.8% of pineapple meal consumed more feed ($P < 0.05$) than those fed the control diet, and in period III only the animals that received the diet with 3.4% of pineapple presented a higher weight gain ($P < 0.05$) than control piglets. In period III all animals fed diets with added pineapple meal presented higher ($P < 0.05$) excretions of DM, MM, OM and N than the control animals. However, checking the excretions of these components in the feces per unit of live weight gain in period III, it was found that there was no difference ($P > 0.05$) among the piglets fed diets without pineapple meal and those who consumed the diet with 3.4% of the product. The use of diets with increasing levels of pineapple meal for weanling piglets worsened nutrients digestibility of diets, but no negative effect on the weights of digestive tract organs and intestinal mucosal structure were observed. There were no differences ($P > 0.05$) in the indices of costs evaluated. Thus, the inclusion of 3.4% of pineapple meal in weaned piglets diets is feasible, because it did not interfere negatively in excretions per unit of live weight gain and in diets cost indices, and provided better weight gain to the animals, as compared with pigs who did not consume pineapple meal.

Key-words: Dietary fiber. Excretion of residues. Weight gain.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	EFEITOS FUNCIONAIS DA FIBRA PARA LEITÕES DESMAMADOS	12
2.2	FARELO DE ABACAXI.....	16
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
4	REFERÊNCIAS.....	18
	CAPÍTULO II – DESEMPENHO, FREQUÊNCIA DE DIARREIA, PRODUÇÃO DE FEZES E CUSTOS DE DIETAS COM TEORES CRESCENTES DE FARELO DE ABACAXI PARA LEITÕES DESMAMADOS	24
1	INTRODUÇÃO	26
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
2.1	LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES.....	27
2.2	DIETAS EXPERIMENTAIS.....	27
2.3	DESEMPENHO	29
2.4	INCIDÊNCIA DE DIARREIA	29
2.5	PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES	29
2.6	AVALIAÇÃO DO CUSTO MÉDIO EM RAÇÃO POR QUILOGRAMA DE PESO VIVO GANHO, ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA E ÍNDICE DE CUSTO.....	30
2.7	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	31
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4	CONCLUSÃO.....	38
5	REFERÊNCIAS	39
	CAPÍTULO III – FARELO DE ABACAXI EM DIETAS PARA LEITÕES DESMAMADOS: DIGESTIBILIDADE DOS NUTRIENTES, MORFOLOGIA INTESTINAL, PESO DE ÓRGÃOS, PH DO CECO E TEMPO DE TRÂNSITO GASTRINTESTINAL	42
1	INTRODUÇÃO	44
2	MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1	LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES	45
2.2	DIETAS EXPERIMENTAIS	45
2.3	DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS	46
2.4	TEMPO DE TRÂNSITO GASTRINTESTINAL.....	47
2.5	ABATE DOS ANIMAIS	48

2.6	PESO DOS ÓRGÃOS DO SISTEMA DIGESTÓRIO E PH DO CONTEÚDO DO CECO.....	48
2.7	MORFOLOGIA INTESTINAL	48
2.8	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS	49
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4	CONCLUSÃO	61
5	REFERÊNCIAS	62

1. INTRODUÇÃO

O desmame constitui-se num momento crítico na produção de suínos, por reunir diversos fatores que podem prejudicar o desenvolvimento dos leitões e causar prejuízo econômico ao produtor. Alguns destes fatores são inerentes ao processo de desmame precoce, realizado ao redor dos 21 dias de vida dos suínos, como a separação da mãe, o estabelecimento de nova hierarquia social decorrente da mistura de animais desconhecidos e a troca do leite por dieta sólida, constituída principalmente por ingredientes de origem vegetal. Associados a estes pontos existem aspectos relacionados à fisiologia do leitão jovem, tais como a imaturidade de seus sistemas imunológico e digestório, com produção insatisfatória de enzimas para degradação de ingredientes vegetais e alta demanda por nutrientes (BERTOL, 2000).

Tais circunstâncias, como consequência do desmame, podem resultar em alterações histológicas no intestino delgado, como atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas, resultando na diminuição das capacidades digestiva e absorptiva do órgão, contribuindo para a diarreia pós desmame (McCRACKEN et al., 1999), ocasionando baixo desempenho, e muitas vezes, elevados índices de morbidade e de mortalidade dos animais.

Algumas estratégias nutricionais/alimentares têm sido empregadas para minimizar os efeitos negativos do desmame, visando a manutenção da saúde intestinal, como a inclusão de antibióticos em doses subterapêuticas nas dietas de leitões e/ou o uso de ingredientes altamente digestíveis, como os derivados do leite. Contudo, a utilização de antibióticos na alimentação de suínos tem sido restringida, ou mesmo proibida, em diversos países em razão da suspeita de que possa causar resistência dos microrganismos aos antibióticos (MENTEN, 2002). O uso de ingredientes altamente digestíveis torna a produção onerosa, o que inviabiliza ou dificulta sua aplicação, principalmente em virtude da suinocultura ser atividade em que as margens de lucro são bastante estreitas obrigando o produtor a reduzir, constantemente, os custos de produção.

Neste contexto a busca por meios alternativos para eliminar ou ao menos minimizar os problemas decorrentes do desmame é fundamental. Alimentos ricos em fibra dietética podem ser utilizados com o intuito de promover saúde intestinal aos leitões, sendo que pesquisas têm demonstrado efeitos positivos do uso destes ingredientes na alimentação de suínos sobre o consumo e aproveitamento de alimentos e redução na ocorrência de diarreia pós desmama (EGGUM, 1995; WENK,

2001; PASCOAL et al., 2012). Contudo, se faz necessário conhecer detalhadamente as diferentes fontes de fibra disponíveis para uso em dietas para leitões, pois contêm diferentes tipos e teores de fibra, podendo haver diversos efeitos sobre os animais.

O Brasil possui muitos produtos que podem ser utilizados com esta finalidade, como os farelos do processamento de frutas tropicais, mais especificamente o farelo de abacaxi, rico em fibra dietética insolúvel, especialmente em celulose. Tal ingrediente é abundante no Brasil, muitas vezes é descartado pela indústria produtora de suco, sendo as regiões nordeste e sudeste as principais produtoras de abacaxi e conseqüentemente do farelo de abacaxi no Brasil.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a inclusão de farelo de abacaxi em teores crescentes nas dietas de leitões desmamados com o intuito de melhorar a saúde intestinal dos animais, avaliando: desempenho zootécnico, índice de diarreia, produção e característica das fezes, avaliação econômica das dietas, digestibilidade dos nutrientes, morfologia intestinal, peso de órgãos, pH do ceco e tempo de trânsito gastrintestinal.

A seguir será apresentada uma revisão bibliográfica sobre a inclusão de ingredientes fibrosos nas dietas de leitões. Nos capítulos subsequentes serão abordados os experimentos realizados e a discussão de seus respectivos resultados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O desmame é um período estressante aos leitões, caracterizado por baixo consumo de alimento, podendo ocasionar anorexia, morbidade e susceptibilidade a infecções entéricas, levando à ocorrência de diarreias. Tais aspectos estão relacionados ao baixo desenvolvimento funcional do trato gastrintestinal dos leitões, que engloba desenvolvimento da mucosa, da microbiota e do sistema imunológico intestinal, diretamente relacionados ao desempenho do animal (BANDEIRA et al., 2007). Este conjunto de fatores pode gerar grandes perdas econômicas, podendo provocar atraso no desenvolvimento dos animais, aumento na quantidade de refugos e ainda elevadas taxas de mortalidade (MORÉS et al., 2007).

A anorexia pós-desmame, inicialmente, afeta o metabolismo, o crescimento e a saúde dos animais. Além disto, promove alterações histológicas e bioquímicas no intestino delgado, como atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas, resultando

em alterações na integridade da mucosa intestinal, sendo um dos mais importantes fatores etiológicos associados a distúrbios intestinais (MONTAGNE et al., 2007).

Após o desmame ocorre encurtamento das vilosidades e aprofundamento das criptas em todo intestino delgado pela maior descamação dos enterócitos (ROURA, 2004). A maior renovação celular nas criptas faz com que os enterócitos imaturos não estejam totalmente diferenciados para completa atividade enzimática (CERA et al., 1988). Molly (2001) observou redução de até 59,0% na altura das vilosidades e aumento de até 144,0% na profundidade das criptas de leitões entre 3 a 7 dias pós-desmame.

A redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas ocasionam menor número de células absortivas e maior de secretoras, o que está associado às diminuições no consumo voluntário, à queda na absorção dos nutrientes, e ao aumento na ocorrência de problemas entéricos (CERA et al., 1988; NABUURS, 1995). Além de menor absorção de nutrientes, ocorre queda na absorção de líquidos e minerais, e maior ocorrência de diarreia osmótica (NABUURS et al., 2003). Todos estes pontos diminuem as capacidades digestivas e absortivas do órgão, de forma a favorecer as diarreias pós-desmame (HÖTZEL; MACHADO FILHO, 2004), prejudicando a digestibilidade dos nutrientes.

Adicionalmente, leitões recém-desmamados apresentam, naturalmente, características que dificultam o aproveitamento de alimentos diferentes do leite materno. A primeira delas diz respeito à baixa produção de enzimas para degradação de compostos de origem vegetal (MAXWELL; CARTER, 2001). Concomitantemente, no desmame há redução no consumo de lactose com conseqüente diminuição na produção de ácido láctico no estômago, que associada à síntese insuficiente de ácido clorídrico neste órgão pelo leitão, levam à elevação no pH estomacal dos animais (VIOLA; FERREIRA, 2003). A acidez estomacal forma importante barreira protetora do intestino delgado a entrada de microrganismos patogênicos. O conteúdo estomacal deve apresentar pH de 2,0 a 3,5, o que além servir para assepsia do quimo, proporciona adequada ação da pepsina (AUMAITRE, 2000).

Como conseqüência, a digestão incompleta e o quimo inadequadamente acidificado não ativam, de forma efetiva, as secreções de secretina e colicistoquinina pela parede do duodeno, que por sua vez, prejudicam as secreções de tripsina, amilase, quimotripsina e lipase pelo pâncreas, de bicarbonato de sódio pelas

glândulas de Brunner, dos sais biliares pelo fígado e de maltase, sacarase e dipeptidases pelas células do intestino delgado (LIDEMANN, 1986).

Toda a piora nos processos digestivos de leitões ao desmame proporciona às bactérias dos intestinos delgado e grosso meio rico em substratos, gerando desequilíbrio e favorecendo a proliferação de microrganismos patogênicos, que durante o processo de fermentação, aderem-se à mucosa intestinal, liberam toxinas que a danificam, agravando os danos ao epitélio intestinal (MOLLY, 2001). Em outras palavras, a baixa capacidade temporária dos leitões em acidificar o conteúdo gástrico, o acúmulo de alimentos não digeridos no intestino delgado e a fermentação da proteína no intestino grosso, são fatores envolvidos na proliferação de bactérias patogênicas, prejudiciais aos animais (LALLÈS et al., 2007).

Deste modo, fica evidente que a manutenção da saúde intestinal de leitões é fundamental para melhorar o desempenho destes animais. Para tanto, os ingredientes da ração devem promover efeitos que minimizem ou eliminem os problemas fisiológicos associados ao desmame (PUPA, 2008), visando diminuir as infecções entéricas e estabelecer o equilíbrio no trato digestório.

Alguns ingredientes são capazes de melhorar a saúde e o desempenho de leitões ao desmame, pois além de fornecer nutrientes biodisponíveis, são capazes de modular a microbiota e o sistema imunológico. Dentre estes, os ingredientes fibrosos têm sido estudados a fim de promover saúde intestinal e, conseqüentemente, melhorar as variáveis de desempenho (PETTIGREW, 2008).

2.1. EFEITOS FUNCIONAIS DA FIBRA PARA LEITÕES DESMAMADOS

As composições química e estrutural, a quantidade adicionada à dieta e a forma de associação física das fibras com outros nutrientes determinam seus efeitos nutricionais e fisiológicos. O termo “fibra dietética” pode ser definido de diferentes formas, sendo que a designação fisiológica de fibra dietética refere-se ao conjunto de componentes dietéticos resistentes à digestão por enzimas secretadas por aves, mamíferos e peixes (BACK KNUDSEN et al., 1997, 2001), mas suscetível a ação de enzimas microbianas. Quimicamente a fibra dietética pode ser entendida como a soma dos polissacarídeos não amiláceos (PNA's) e da lignina, presentes nos ingredientes vegetais (SERENA et al. 2008).

Nas plantas a função das fibras é quase que exclusivamente estrutural e, dentre os compostos presentes na parede celular os mais abundantes são a celulose

(insolúvel em água, álcool ou ácidos diluídos), a hemicelulose (composta por arabinoxilanos, ligações mistas de beta-glucanos, mananas, galactanas, xiloglucanas e fructanas, que são parcialmente solúveis em água) e a pectina (formada por ácidos poligalacturônicos, os quais podem ser substituídos por arabinanas e arabinogalactanas, que são parcialmente solúveis em água) (CHOCT, 1997).

A fibra dietética pode ser dividida em solúvel e insolúvel. A fração solúvel da fibra se dissolve facilmente em água, mesmo fria, e tem como característica aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado, retardando o tempo de trânsito gastrintestinal (OWUSU-ASIEDU et al., 2006) e reduzindo a mistura dos componentes da digesta com as enzimas digestivas endógenas (JOHNSTON et al., 2003). Este aumento na viscosidade pode tornar os nutrientes menos disponíveis para a digestão e gerar menor aproveitamento de gorduras, proteínas, carboidratos e micronutrientes (CONTE et al., 2002). Conseqüentemente, ocorre diminuição no consumo de ração e maior disponibilidade de nutrientes para proliferação de microrganismos possivelmente nocivos, como *Escheriachia coli* (McDONALD et al. 2001) e *Serpulina hyodysentheria* e (PLUSKE et al., 1998) no intestino.

A fermentação da fração solúvel no intestino grosso é elevada, gerando, conseqüentemente, aumento no crescimento microbiano e no volume fecal (BEDFORD; CLASSEN, 1992), além de ser substrato para a microbiota produzir ácidos graxos de cadeia curta - AGCC (DIKEMAN; FAHEY JUNIOR, 2006), predominando o acetato, propionato, butirato, lactato, succinato, bem como H₂O e vários gases como CO₂, H₂ e CH₄ (MONTAGNE et al., 2003). Dentre os produtos da fermentação da fibra dietética, apenas os AGCC contribuem para o abastecimento energético do animal, especialmente para a produção de gordura. O butirato, como principal fonte energética para as células epiteliais, melhora a saúde intestinal; o propionato é um eficiente substrato para a gliconeogênese e o acetato estimula a lipogênese (BINDELLE et al., 2008).

A fração insolúvel da fibra é composta por polissacarídeos como a celulose, que interagem fortemente entre si e não são dissolvidos em água. Esta fração promove a diminuição no tempo de trânsito gastrintestinal, ocasionando, também, diminuição no aproveitamento dos nutrientes, e independentemente da categoria animal, aumento na capacidade de retenção de água (MONTAGNE et al., 2003).

Este tipo de fibra, quando em pequenas quantidades, não interfere significativamente na viscosidade intestinal (SMITS; ANNISON, 1996), mas atua no

sentido de regular o consumo ou de melhorar a digestibilidade de alguns nutrientes (HETLAND et al., 2004), ao passar pelo trato digestório sem sofrer alterações químicas. Além disto, possui propriedades físico-químicas que podem acelerar o tempo de trânsito gastrintestinal e reduzir a atividade bacteriana (SMITS; ANNISON, 1996). Han et al. (2005) testando quatro concentrações (0; 0,3; 0,6; e 0,9%) de inclusão de uma fonte purificada de fibra insolúvel (Vitacel®), em dietas para leitões desmamados, concluíram que o teor de 0,3% melhorou as digestibilidades dos nutrientes e da energia e o desempenho produtivo.

A manutenção da saúde intestinal é complexa e depende de um delicado equilíbrio entre a dieta, a microbiota comensal e a mucosa, além de ser essencial para o aproveitamento de nutrientes. A fibra dietética interage tanto com a microbiota quanto com a mucosa influenciando, diretamente, a anatomia, a função e o desenvolvimento do trato gastrintestinal (MONTAGNE et al., 2003).

O efeito da fibra dietética sobre os desenvolvimentos da estrutura da anatomia do epitélio intestinal depende do tipo de fibra e da sua capacidade de alterar a viscosidade da digesta. A presença de digesta altamente viscosa no lúmen intestinal aumenta a velocidade de perda celular, levando à atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas (MONTAGNE et al., 2003), prejudicando a capacidade absorptiva intestinal.

O estímulo do desenvolvimento do trato digestório é uma das principais propriedades benéficas observadas em leitões a partir da inclusão de PNA's nas dietas, mesmo considerando-se seu baixo aproveitamento nutricional (LONGLAND et al., 1994) pelos suínos. Além disto, a fibra pode ocasionar, também, melhoria no estado de saúde dos animais (AUMAITRE, 1969), possivelmente devido aos produtos finais de sua fermentação (JOSEFIK et al., 2004), os AGCC, que ao reduzirem o pH do intestino grosso, são potencialmente nocivos aos microrganismos patogênicos (WENK, 2001). Estes ácidos graxos são absorvidos quase completamente pelo trato gastrointestinal, estimulando a absorção de sódio e conseqüentemente, a de água no cólon, diminuindo o potencial de ocorrência de diarreia (JOHNSTON et al., 2003).

Pascoal et al. (2012) verificaram menor incidência de diarreia e melhoria de alguns parâmetros imunológicos em leitões alimentados com dieta contendo 1,5% de celulose purificada comparativamente a animais alimentados com dieta contendo 9% de polpa cítrica ou 3% de casca de soja. Em outra pesquisa, a adição de 2% de celulose purificada em dietas à base de trigo, cevada, milho e soja diminuiu a incidência de *Escherichia coli* pós desmama de 50% para 16%, além de promover

maior relação altura das vilosidades/profundidade das criptas, e maior atividade enzimática da mucosa (HANCZAKOWSKA et al., 2008). Estes resultados devem-se ao fato de que a celulose purificada pode promover bloqueio da aderência de agentes patogênicos à mucosa intestinal, promovendo sua eliminação pelo bolo fecal (SCHELEY; FIELD, 2002). Sendo assim, os animais que recebem dietas contendo fibra insolúvel apresentam-se mais protegidos contra bactérias patogênicas.

Com a redução do pH intestinal, há o favorecimento da proliferação de *Lactobacillus* e bifidobactérias, espécies benéficas aos animais, e o aumento na produção de mucina, que atua como importante protetor contra microrganismos causadores de danos físicos e químicos na epitélio intestinal (MONTAGNE et al., 2003). Além disto, a propriedade físico-química da fibra dietética insolúvel em acelerar a passagem da digesta pode reduzir a atividade microbiana (SMITS; ANNISON, 1996).

O trânsito intestinal mais lento que ocorre imediatamente após o desmame permite que as bactérias tenham oportunidade de fixarem-se ao epitélio intestinal com tempo suficiente para se reproduzir. Assim sendo, as partículas de alimento não digeridas no lúmen intestinal servem de substrato para o crescimento bacteriano indesejável (PUPA, 2008).

Em relação à melhoria do estado de saúde dos leitões, o mecanismo de atuação da fibra dietética sobre o sistema imune não está bem estabelecido e inúmeras hipóteses têm sido propostas e discutidas. Uma delas é que a fibra não é hidrolisada e nem absorvida na parte superior do trato gastrointestinal, tornando-se substrato para um número limitado de bactérias benéficas, que irão colonizar o trato, alterando a microbiota (GIBSON; ROBERFROID, 1995; SCHLEY; FIELD, 2002). Estudos comprovaram que alguns tipos de fibra dietética aumentam o número de linfócitos e leucócitos no sangue e das imunoglobulinas (IgA) no tecido linfoide associado ao intestino (SCHLEY; FIELD, 2002), além de induzir reduções significativas nas contagens de bactérias coliformes e na incidência de diarreia (MATEOS et al., 2006)

Várias estratégias vêm sendo estudadas com o objetivo de utilizar a fibra dietética dos alimentos, seja ela de natureza solúvel ou insolúvel, na tentativa de manipular a microbiota intestinal e reduzir a colonização por patógenos. Pelos diferentes modos de atuação dos componentes da fibra, alguns trabalhos têm sido realizados utilizando ingredientes fibrosos, sendo eles subprodutos ou ingredientes

purificados. Freire et al. (2000) avaliaram quatro fontes de fibra (farelo de trigo, polpa de beterraba, casca de soja e farelo de alfafa), em dietas para leitões desmamados, sobre a digestibilidade, a produção de AGCC e o tempo de trânsito gastrointestinal, e verificaram que, dependendo da fonte de fibra presente na dieta, há redução da digestibilidade, maior tempo de trânsito gastrointestinal e elevação na produção de AGCC. Das quatro fontes estudadas, o farelo de alfafa demonstrou ser o mais efetivo na regulação do trânsito digestivo.

Nesse sentido, Högberg e Lindberg (2004) avaliaram dietas para leitões desmamados, com diferentes concentrações de PNA's (106 ou 197 g/kg), baseadas em cereais e seus subprodutos, e observaram que as maiores concentrações proporcionaram melhores ganho de peso e diminuição no pH do ceco e do íleo, porém reduziram as digestibilidades da matéria orgânica e dos constituintes da fibra.

Hedemann et al. (2006) avaliaram o efeito da fonte e da concentração (73, 104, ou 145 g de fibra dietética/kg) de pectina purificada e casca de cevada como fibras nas dietas de leitões desmamados, sobre a morfologia intestinal, a concentração de mucina e a atividade enzimática, e observaram que os animais alimentados com a dieta contendo pectina purificada apresentaram menores consumo de ração e do ganho de peso, menores alturas das vilosidades e profundidades das criptas e menor produção de mucina. Já os animais que consumiram a dieta com alto teor de fibra insolúvel (casca de cevada), apresentaram melhora da morfologia intestinal, com maiores alturas das vilosidades e aumento da atividade enzimática, concluindo que a fibra insolúvel foi importante para otimizar a função intestinal.

2.2. FARELO DE ABACAXI

As frutas tropicais são apreciadas em todo o mundo, em especial o abacaxi, cuja produção mundial em 2014 foi de 18,7 milhões de toneladas, representando 23% da colheita mundial de frutas, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais, tendo produzido 3.133,381 toneladas do fruto no ano de 2013. A região sudeste produziu, em 2013, 1.273,585 toneladas de abacaxi, sendo responsável por 40,65% da produção nacional desta fruta (AGRIANUAL, 2014).

O fruto pode ser utilizado *in natura* ou em produtos industrializados como sucos, pedaços da fruta em caldas, pedaços da fruta cristalizados, geleias, licor, vinho, vinagre e aguardente, produzindo vários tipos de reíduos (LEMOS et al., 2010). Na prensagem do fruto para a obtenção do suco, 75 a 85% correspondem ao suco e 15

a 25% resultam na torta, composta por talos, coroas, cascas e cilindros, sendo considerados rejeitos pela indústria. Esta torta, ao ser seca e moída, origina um farelo que apresenta alto teor de fibra e razoável conteúdo proteico, com potencial de utilização na alimentação animal (ROGÉRIO et al., 2007).

O farelo apresenta 87,11% de matéria seca, 93,81% de matéria orgânica, 7,70% de matéria mineral (VALADARES et al., 2014), 67,50% de fibra dietética total, 9,50% de fibra dietética solúvel e 58,00% de fibra dietética insolúvel (VASCONCELOS, 2014). Além destas características o farelo de abacaxi apresenta 8,35% de proteína bruta (LOUSADA JUNIOR et al., 2006), 80,21% de carboidratos totais, 14,07% de carboidratos não fibrosos (ROGÉRIO et al., 2007), 72,12% de fibra em detergente neutro, 33,72% de fibra em detergente ácido, 24% de celulose; 6,11% de lignina (CORREIA et al. 2006) e 31,73% de hemicelulose (ROGÉRIO et al., 2007), apresentando boas características para ser utilizado como um ingrediente para leitões. Todos os dados mencionados foram expressos com base na matéria seca.

O farelo também apresenta importantes aminoácidos, cujos teores em relação à proteína bruta do ingrediente são: 1,8% de isoleucina, 3,3% de treonina, 3,0% de triptofano, 0,5% de metionina, além de minerais como cálcio e fósforo (HEUZÉ et al., 2013).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o mercado produtor de proteína animal é pressionado, constantemente, a utilizar ingredientes seguros aos animais e ao consumidor final, e que o uso de antibióticos está sendo restringido, novas alternativas precisam ser desenvolvidas. Devido à grande disponibilidade de subprodutos de empresas produtoras de sucos, sobretudo nas regiões nordeste e sudeste do Brasil, estratégias como o uso destes farelos, ricos em fibra e com potencial modulador da microbiota intestinal de monogástricos, vem ganhando cada vez mais espaço.

REFERÊNCIAS

- AGRIBUS 2014: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2013. 463 p.
- AUMAITRE, L. A. Valeur alimentaire du manioc et de différentes céréales dans les régimes de sevrage précoce Du porcelet utilisation digestive de l'aliment et effets sur la croissance des animaux. **Animal Zootechinique**, Cambridge, v. 18, n. 4, p. 385-396, 1969.
- AUMAITRE, L. A. Adaptation and efficiency of the digestive process in the gut of the young piglet: consequences for the formulation of a weaning diet. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 13, n. 3, p. 227-242, 2000. (Special Issue, Swine Nutrition Session).
- BACK KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of dietary fiber analyses. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 3, p. 3-20, 2001.
- BACK KNUDSEN, K. E.; JOHANSEN, H. N.; GLITSO, V. Methods for analysis of dietary fiber – advantage and limitations. **Animal Feed Science**, Amsterdam, v. 6, n. 3, p. 185-206, 1997.
- BANDEIRA, C. M.; FONTES D. O.; SOUZA L. P. O.; SALUM, G. M.; CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A. Saúde intestinal dos leitões: um conceito novo e abrangente. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 54, p. 91-97, 2007.
- BEDFORD, M. R.; CLASSEN, H. L. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary and pentosane concentration is affected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 1, p. 560–569, 1992.
- BERTOL, T. M. **Nutrição e alimentação dos leitões em programas convencionais e no desmame precoce**. Concordia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 44 p.
- BINDELLE, J.; LETERME, P.; BUILDING, A. Nutritional and environmental consequences of dietary fiber in pig nutrition: a review. **Biotechnology Agronomy Society and Environment**, Belgium, v. 12, n. 1, p. 69-80, 2008.

CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; CROSS, R. F. Effect of age, weaning and post weaning diet on small intestinal growth and jejuna morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 66, n. 1, p. 574-584, 1988.

CHOCT, M. **Feed non-starch polysaccharides**: chemical structures and nutritional significance. [S.I.]: Feed Milling International, 1997. p. 13-26.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, S. G.; FIALHO, E. T.; MUNI, J. A. Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 26, n.6, p.1289-1296, 2002.

CORREIA, M. X. C.; COSTA, R. G.; SILVA, J. H. V. Utilização de farelo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1822-1828, 2006.

DIKEMAN, C. L.; FAHEY JUNIOR, G. C. Viscosity as related to dietary fiber: A review. Critical Reviews. **Food Science and Nutrition**, Cheju City Korea, v. 46, n. 8, p. 649-663, 2006.

EGGUM, B.O. The influence of dietary fiber on protein digestion and utilization in monogastrics. **Archives of Animal Nutrition**, v.48, n. 1, p. 89-95, 1995.

FREIRE, J. P. B.; GUERREIRO, A. J. G.; CUNHA, L. F., AUMAITRE, A. Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 87, n. 2, p. 71-83, 2000.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. **Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, 1995.

HAN, Y. K; HAN, K. Y.; LEE, J. H. Effects of insoluble dietary fiber supplementation on the performance and digestibility of weaning pigs. **Journal of Animal Science and Technology**, Cambridge, v. 47, n. 4, p. 565-572, 2005.

HANCZAKOWSKA, E.; SWIATKIEWICZ, M.; BIALECKA, A. Pure cellulose as a feed supplement for piglets. **Medycyna Weterynaria**, Lublin, v. 64, n. 1, p. 45-48, 2008.

HEDEMANN, M. S.; ESKILDSEN, M.; LÆRKE, H. N.; PEDERSEN C.; LINDBERG, J. E.; LAURINEN P.; KNUDSEN, K. E. B. Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. **Journal of Animal Science and Technology**, Cambridge, v. 84, n. 6, p. 1375-1386, 2006.

HETLAND, H.; CHOCT, M. SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v. 60, n. 4, p. 415-422, 2004.

HEUZÉ V.; TRAN G.; GIGER-REVERDIN S. **Pineapple by-products**. [S.l.]: Feedipedia. 2013. Disponível em: <<http://www.feedipedia.org/node/676>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

HÖGBERG, A.; LINDBERG, J. E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 113-128, 2004.

HÖTZEL, M. J.; MACHADO FILHO, L. C. P. Comportamento e bem estar de leitões em relação à idade do desmame. **Pork world**, Chapecó, v. 21, n. 1, p. 34-38, 2004.

JOHNSTON, L. J.; NOLL, S.; RENTERIA, A.; SHURSON, J. Feeding by-products high in concentration of fiber to non ruminants. In: NATIONAL SYMPOSIUM ON ALTERNATIVE FEEDS FOR LIVESTOCK AND POULTRY, 3., 2003, Kansas. **Anais...** Kansas City: [s.n.], 2003. p. 169-186.

JOSEFIK, D.; RUTKOWSKI, A; MARTIN, S. A. Carbohydrate fermentation in the avian ceco: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, n. 1, p. 1-15, 2004.

LALLÈS, J. P.; BOSI, P.; SMIDT, H.; STOKES, C. R. Weaning a challenge to gut physiologists. **Livestock Production Science**, Livestock v. 108, n. 1, p. 82-93, 2007.

LEMONS, D. M.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; SOUSA, E. P.; MATIAS, M. L. Composição físico-química de farelos de abacaxi *in natura* e desidratado. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 4, n. 2, p. 53-56, 2010.

LIDEMANN, M. D. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal of animal science**, Cambridge, v. 62, n. 5-6, p. 1298-1307, 1986.

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 polysaccharide. **Animal Production**, Australian, v. 58, n. 2 p. 405-410, 1994.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

MATEOS, G. G.; MARTIN, F.; LATORRE, M. A.; VICENTE, B.; LÁZARO, R. Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 82, n. 1, p. 57-63, 2006.

MAXWELL, C. V.; CARTER, S. D. Feeding the weaned pig. In: LEWIS, A. J.; SOUTHERN, L. L. **Swine nutrition**. Boca Raton: CRC, 2001. n. 2, p. 691-723.

MENTEN, J. F. M. Probióticos, prebióticos e aditivos fitogênicos na nutrição de aves. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: CBNA, 2002. p. 251-276.

McCRACKEN, B. A.; SPURLOK, M. E.; ROOS, M. A.; ZUCKERMANN, F. A.; GASKINS, H. R. Wearing anorexia may contribute to local inflammation in the piglet small intestine. **Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 129, n. 3, p. 613-619, 1999.

McDONALD, D. E.; PETHICK, D. W.; MULLAN, B. P.; HAMPSON, D. J. Increasing viscosity of the intestinal contents alters small intestinal structure and intestinal growth, and stimulates proliferation of enterotoxigenic *Escherichia coli* in newly-weaned pigs. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 86, n. 4, p. 487-498, 2001.

MOLLY, K. Formulating to solve the intestinal puzzle. **Pig Progress**, Canadá, v. 17, p. 20-22, 2001.

MONTAGNE, L.; BOUNDRY, G.; FAVIER, C.; LURON, I. H.; LALLÈS, J. P.; SÈVE, B. Main intestinal markers associated with the changes in gut architecture and function in piglets after weaning. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 97, n. 1, p. 45-57, 2007.

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

MORÉS N.; MORENO A. M. Síndrome da diarreia pós-desmame. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. **Doenças dos suínos**. Goiânia: Cânone., 2007. p. 203-205.

NABUURS, M. J. A. Morphological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pigs News and Information**, Oxfordshire, v. 16, n. 3, p. 93-97, 1995.

NABUURS, M. J. A.; ZUDERVELD, F. G.; DE LEEUW, P. W. Vilus height and cripth depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in Veterinary Science**, London, v. 55, n. 1, p. 78-84, 2003.

OWUSU-ASIEDU, A.; PATIENCE, J. F.; LAARFELD, B.; Van KESSEL, A. G.; SIMMINS, P. H.; ZIJLSTRA, R. T. Effects of guar gum and cellulose on digesta passage rate, ileal microbial populations, energy and protein digestibility, and performance of grower pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 8, p. 843-852, 2006.

PASCOAL, L. A. F.; THOMAZ, M. C.; WATANABE, P. H.; RUIZ, U. S.; EZEQUIEL, J. M. B.; AMORIM, E. D.; MASSON, G. C. I.; Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 636-642, 2012.

PETTIGREW, J. E. Ingredientes alimentares que melhoram a saúde. **Pork world**, Chapecó, v. 46, n. 2, p. 280-284, 2008.

PLUSKE, J. R. et al. Confirmation of the role of rapidly fermentable carbohydrates in the expression of swine dysentery in pigs after experimental infection. **Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 128, n. 3, p. 1737-1744, 1998.

PUPA, J. M. R. Saúde intestinal dos leitões: o papel de alguns agentes reguladores. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 1., 2008, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Embrapa Aves e Suínos, 2008. p. 13-27.

RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; MARTINS, G. A.; RIBEIRO, T. P.; COSTA, J. B.; SANTOS, S. F.; CARVALHO, F. C. Valor nutritivo do farelo da indústria processadora de abacaxi (*Ananascomosus L.*) em dietas para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 3, p. 773-781, 2007.

ROURA, E. Changes in piglet feeding behavior at weaning: digestive development and dietary factors. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Animal World, 2004. p. 115-124.

SCHLEY, P. D.; FIELD, C. J. The immune-enhancing effects of dietary fibers and prebiotics. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 87, n. 2, p. 221-230, 2002.

SERENA, A.; HEDEMANN, M. S.; BACH KNUDSEN, K. E. Influence of dietary fiber on luminal environment and morphology in the small and large intestine of sows. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 86, n. 4, p. 2217-2227, 2008.

SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. Non starch plant polysaccharides in broiler nutrition towards a physiology valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 52, n. 2, p. 203-221, 1996.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos: CQBAL 3.0**. Viçosa: [s.n., 2014?]. Disponível em: < www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 23 jan. 2015.

VAREL, V. H.; YEN, J. T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 75, n. 3, p. 2715-2722, 1997.

VASCONCELOS, T. S. **Farelo de abacaxi em programa de restrição alimentar qualitativa para suínos pesados**. 2014. 52 f. Tese (Mestrado em Ciência e tecnologia animal) – Faculdade de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Dracena, 2014.

VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L. Ácidos orgânicos e suas mistura em dietas de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: [s.n.], 2003. p. 255-284.

WENK, C. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 1, p. 21-33, 2001.

CAPÍTULO II – Desempenho, frequência de diarreia, produção de fezes e custos de dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi para leitões desmamados

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi, como fonte de fibra, na alimentação de leitões desmamados. Foram utilizados 56 leitões, dos 21 aos 63 dias de idade, que receberam dietas compostas principalmente por milho, farelo de soja e produtos lácteos, com adição de farelo de abacaxi em 0%, 3,4%, 6,8% e 10,2%. Foram avaliados o desempenho zootécnico; a incidência de diarreia; as excreções nas fezes, totais e por unidade de peso vivo ganho, de matérias seca (MS), mineral (MM) e orgânica (MO), nitrogênio (N) e fósforo (P); custos relativos ao ganho de peso dos animais, índices de eficiência econômica e de custo. As avaliações foram efetuadas em três períodos: I - dos 21 aos 35 dias; II - dos 21 aos 49 dias; III dos 21 aos 63 dias de idade dos leitões. Os animais foram distribuídos em blocos casualizados, de acordo com seus pesos ao início do experimento, com quatro tratamentos e sete repetições. No período II os animais submetidos as dietas com 3,4 e 6,8% de farelo de abacaxi consumiram mais ração ($P < 0.05$) do que os alimentados com a dieta controle, e no período III verificou-se maior ganho de peso ($P < 0.05$) somente dos animais que receberam a dieta com 3,4% de farelo de abacaxi em relação aos leitões controle. No período III todos os animais que receberam as dietas com adição de farelo de abacaxi apresentaram excreções de MS, MM, MO e N superiores ($P < 0.05$) as dos animais controle. Contudo, ao se verificar as excreções destes componentes nas fezes por unidade de peso vivo ganho no período III, foi constatado que não houve diferença ($P > 0.05$) entre os leitões que receberam as dietas sem farelo de abacaxi e os que consumiram a dieta com 3,4% do produto. Não houve diferenças ($P > 0.05$) nos índices de custos avaliados. Portanto, a inclusão do farelo de abacaxi em dietas para leitões desmamados é viável, sobretudo ao nível de 3,4%, por não interferir negativamente nas excreções por unidade de peso vivo ganho e nos índices de custos das dietas e por proporcionar melhor ganho de peso aos animais em relação aos suínos que não consumiram farelo de abacaxi.

Palavras-chave: Excreção de resíduos. Fibra dietética. Ganho de peso.

CHAPTER II – Performance, diarrhea frequency, feces production and costs of diets with increasing levels of pineapple byproducts to weaned piglets

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate diets with growing levels of pineapple meal, as a fiber source, in weaned piglets feeding. Fifty six piglets, from 21 to 63 days old, were fed diets composed mainly by corn, soybean meal and dairy products, with the addition of pineapple byproduct in 0%, 3,4%, 6,8% and 10,2%. The parameters evaluated were: growth performance; diarrhea incidence; excretion in feces, total and per unit of weight gain, of dry (DM), mineral (MM) and organic (OM) matters, nitrogen (N) and phosphorous (P); diets costs related to weight gain, index of economic efficiency and of costs. The trial was divided in three periods: I - from 21 to 35 days; II - from 21 to 49 days; and III - from 21 to 63 days of age. The animals were allotted into a complete randomized design, according with their weight in the beginning of the trial, with four treatments and seven repetitions. In period II the animals fed diets with 3.4 and 6.8% of pineapple meal consumed more feed ($P < 0.05$) than those fed the control diet, and in period III only the animals that received the diet with 3.4% of pineapple presented a higher weight gain ($P < 0.05$) than control piglets. In period III all animals fed diets with added pineapple meal presented higher ($P < 0.05$) excretions of DM, MM, OM and N than the control animals. However, checking the excretions of these components in the feces per unit of live weight gain in period III, it was found that there was no difference ($P > 0.05$) among the piglets fed diets without pineapple meal and those who consumed the diet with 3.4% of the product. There were no differences ($P > 0.05$) in the indices of costs evaluated. Thus, the inclusion of pineapple meal in weaned piglets diets is feasible, especially at 3.4%, because it did not interfere negatively in excretions per unit of live weight gain and in diets cost indices, and provided better weight gain to the animals, as compared with pigs who did not consume pineapple meal.

Key-words: Dietary fiber. Excretion of residues. Weight gain.

1. INTRODUÇÃO

Especial atenção tem sido destinada à alimentação de leitões na fase pós-desmame, por tratar-se de um dos períodos mais críticos no sistema de produção de suínos (CORASSA et al., 2007), reunindo diversos fatores que podem prejudicar o desenvolvimento dos leitões e causar prejuízo econômico ao produtor.

Algumas estratégias nutricionais/alimentares têm sido empregadas para minimizar os efeitos negativos do desmame, visando a manutenção da saúde intestinal, como a inclusão de antibióticos em doses subterapêuticas nas dietas de leitões e/ou o uso de ingredientes altamente digestíveis, como derivados do leite. Porém, o uso de antibióticos promotores de crescimento tem sido restringido na produção animal e os derivados do leite e outros ingredientes de origem animal apresentam custo elevado. Desta maneira, torna-se importante a busca por novas tecnologias ou ingredientes alimentares capazes de contribuir para o funcionamento eficaz do trato gastrintestinal dos animais, favorecendo o bom desempenho (PASCOAL et al., 2012), e atendendo aos padrões internacionais de segurança alimentar.

O emprego de ingredientes fibrosos nas dietas pós desmame de leitões pode constituir-se em interessante estratégia para melhorar a saúde intestinal destes animais, pela possível modulação da microbiota intestinal em favor do hospedeiro. A fração fibrosa dos ingredientes vegetais não é digerida enzimaticamente por suínos, tornando-se disponível à fermentação microbiana no intestino grosso (MOLIST et al., 2009), gerando substratos benéficos aos animais, como os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).

Adicionalmente, há evidências de que fontes de fibra dietética insolúvel podem diminuir a ocorrência de problemas entéricos (WILLIAMS et al., 2001). Este tipo de fibra modifica a motilidade gastrintestinal, diminuindo o tempo de trânsito gastrintestinal, aumentando a atividade das enzimas pancreáticas e a produção de enzimas intestinais (CARNEIRO et al., 2008).

O farelo de abacaxi é um ingrediente fibroso, derivado da prensagem do fruto para a obtenção do suco, sendo considerado rejeito pela indústria. Consiste de 15 a 25% do peso do fruto, sendo composto por talos, coroas, cascas e cilindros. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais, tendo produzido 3.133,381 toneladas do fruto no ano de 2013, sendo a região sudeste responsável por 40,65% desta produção, ou seja, equivalente a 1.273,585 toneladas (AGRIANUAL, 2014). O farelo seco apresenta 87,11% de matéria seca, 93,81% de matéria orgânica, 7,70% de matéria mineral

(VALADARES et al., 2014), 67,50% de fibra dietética total, 9,50% de fibra dietética solúvel, 58,00% de fibra dietética insolúvel (VASCONCELOS, 2014), 80,21% de carboidratos totais, 14,07% de carboidratos não fibrosos (ROGÉRIO et al., 2007) e 8,35% de proteína bruta (LOUSADA JUNIOR et al., 2006).

Pela grande disponibilidade e variedade de subprodutos fibrosos que há no Brasil, e pela necessidade de alimentos alternativos e que minimizem os problemas decorrentes do desmame, objetivou-se com este trabalho avaliar a inclusão do farelo de abacaxi, em teores crescentes nas dietas de leitões desmamados, sobre o desempenho zootécnico, ocorrência de diarreia, excreções de matéria seca, mineral e orgânica, nitrogênio e fósforo nas fezes, e avaliação econômica das dietas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES

Os procedimentos com animais foram revistos e aprovados pela Comissão de Ética em Uso de Animais da “Universidade Estadual Paulista”, Campus de Dracena (protocolo nº 31/2013), e seguiu as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA). O experimento foi conduzido no galpão de creche do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (IZ). Foram utilizados 56 leitões recém-desmamados, machos e fêmeas, com 21 dias de idade e peso médio de $5,05 \pm 0,89$ kg, obtidos de granja comercial, onde foram previamente vacinados contra circovírus.

Os leitões foram alojados dois a dois, um macho e uma fêmea, em gaiolas metálicas suspensas a 80 cm do piso e localizadas em duas salas de creche, com pé direito de 3 metros, fechadas por todos os lados com paredes e janelas e dotadas de climatizadores que mantiveram a temperatura entre 25 e 28°C, zona de conforto térmico de leitões. Os bebedouros utilizados foram do tipo chupeta e os comedouros do tipo semiautomático.

2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

Foram empregadas quatro dietas experimentais, sendo que a dieta controle (CON) foi composta por milho, farelo de soja, produtos lácteos, plasma sanguíneo, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos (Tabela 1). Nas demais dietas

incluiram-se 3,4%, 6,8% e 10,2% de farelo de abacaxi, sendo tais dietas denominadas A34, A68 e A102.

Tabela 1- Composição (%) e valores nutricionais calculados das dietas experimentais nas fases I (21 a 35 dias), II (36 a 49 dias) e III (50 a 63 dias)

Ingredientes	Fase I				Fase II				Fase III			
	CON	A34	A68	A102	CON	A34	A68	A102	CON	A34	A68	A102
Milho Comum	39,25	35,40	31,58	27,77	48,17	44,70	41,30	37,70	63,13	59,96	56,56	52,51
Farelo de soja	29,37	29,37	29,37	29,37	32,47	32,47	32,47	32,47	29,19	29,19	29,19	29,19
Produto lácteo ¹	16,29	16,29	16,29	16,29	3,04	3,04	3,04	3,04	-	-	-	-
Produto lácteo ²	4,19	4,19	4,19	4,19	8,61	8,61	8,61	8,61	-	-	-	-
Plasma Sanguíneo	3,95	4,45	4,85	5,43	2,00	2,25	2,50	2,75	-	-	-	-
Farelo de Abacaxi	-	3,40	6,80	10,20	-	3,40	6,80	10,20	-	3,40	6,80	10,20
Fosfato bicálcico	1,58	1,58	1,57	1,57	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,61	1,62
Calcário	0,79	0,77	0,76	0,75	0,81	0,79	0,78	0,76	0,76	0,74	0,72	0,70
Sal	-	-	-	-	0,18	0,16	0,15	0,13	0,44	0,44	0,44	0,45
Inerte	2,13	1,98	1,83	1,61	2,13	1,88	1,60	1,42	1,93	1,61	1,41	1,57
Supl. mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Supl. vitamínico ⁴	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Óleo de soja	1,34	1,48	1,65	1,75	-	0,09	0,15	0,29	2,07	2,14	2,30	2,71
L-Lisina.HCl, 78%	0,31	0,28	0,26	0,22	0,30	0,29	0,28	0,27	0,29	0,29	0,30	0,31
L-Treonina, 98%	0,10	0,09	0,084	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07	0,08	0,09	0,10
DL-Metionina, 99%	0,16	0,16	0,160	0,16	0,13	0,13	0,14	0,14	0,06	0,07	0,08	0,09
L-Triptofano, 98%	0,006	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,002	0,003	0,005
L-Valina, 96,5%	0,055	0,045	0,039	0,025	-	-	-	-	-	-	-	-
Antioxidante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Valores Calculados												
EM (Kcal/kg)	3400	3400	3400	3400	3375	3375	3375	3375	3230	3230	3230	3230
PB (%)	22,0	22,2	22,4	22,6	21,4	21,5	21,6	22,0	18,9	19,0	18,9	18,8
FDT (%)	7,7	10,5	12,9	16,0	9,3	11,6	14,0	15,3	9,4	11,4	15,3	19,0
FDS (%)	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,4	0,3	0,6	0,7
FDI (%)	7,1	9,8	12,1	15,2	0,7	11,1	13,2	14,5	9,1	11,1	14,7	18,2
Fósforo dig. (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Cálcio (%)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Lisina dig. (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	0,1
Met + Cist dig. (%)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Treonina dig. (%)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
Triptofano dig. (%)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Valina dig. (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi. ¹Nuklospray L70-5 – 70% de Lactose; ²Nuklospray E50 – 38% de Lactose; ³ Suplemento de microminerais (sem promotor do crescimento), fornecido por quilograma de dieta: Cobalto – 0,168 mg; Cobre – 0,015 g; Ferro – 0,025 g; Iodo – 1,42 mg; Manganês – 0,04 g; Zinco – 0,075 g; ⁴ Suplemento vitamínico (sem promotor do crescimento): Vit. A - 8000 UI; Vit. D3 – 3000 UI; Vit. K - 8 mg; Vit. B2 - 6 mg; Vit. B12 - 33 mcg; Vit. B6 – 2 mg; Vit. B1 – 2 mg; Vit. E – 30 UI; Pantotenato de cálcio - 21 mg; Niacina – 0,04 g; Ácido fólico – 1,20 mg; Biotina – 0,05 mg; Selênio – 0,39 mg; Colina – 0,36 g.

O programa de arraçoamento foi dividido em três fases: I, dos 21 aos 35 dias de vida dos animais; II, dos 36 aos 49 dias; III, dos 50 aos 63 dias. Para formulação das dietas considerou-se as exigências, por nutrientes, de leitões de alto potencial genético e desempenho superior e valores nutricionais dos ingredientes propostas por Rostagno et al. (2011), nas fases mencionadas. Todas as dietas continham os

mesmos teores de energia metabolizável, lisina, metionina + cistina, treonina, triptofano e valina digestíveis, cálcio e fósforo disponível.

2.3 DESEMPENHO

Os animais receberam ração e água à vontade durante todo o ensaio, sendo que efetuou-se pesagem da ração fornecida e das sobras, que foram recolhidas diariamente, para quantificação do consumo diário de ração (CDR) dos animais. Os animais foram pesados aos 21, 35 e 63 dias de idade, para o cálculo do ganho de peso diário (GPD) e com os valores de CDR e GDP calculou-se a conversão alimentar (CA), obtida pela razão entre o CDR e o GDP dos animais.

2.4 INCIDÊNCIA DE DIARREIA

Nos primeiros 14 dias do experimento, às 8h00 e às 17h00, foram verificadas por análise visual, os aspectos das fezes dos animais de acordo com os seguintes escores: 1 – fezes normais, 2 – fezes pastosas e 3 – fezes aquosas. Os escores 1 e 2 foram considerados fezes não diarreicas e o 3 diarreicas. Estas identificações foram realizadas sempre pelo mesmo observador. Do total dessas observações, foram feitas as porcentagens dos scores 3, obtendo-se, assim, a porcentagem de diarreia.

2.5 PRODUÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS FEZES

Foram estimadas as excreções (E) dos animais em matéria seca - MS (EMS), matéria mineral - MM (EMM), matéria orgânica – MO (EMO), nitrogênio - N (EN) e fósforo - P (EP). Para tanto, no meio de cada uma das fases substituiu-se parte do ingrediente inerte das dietas por uma fonte de cinzas insolúveis em ácido (CIA), a Celite®, em 1% da dieta. Os animais consumiram as dietas com CIA por seis dias consecutivos, sendo que do quarto ao sexto dias efetuou-se coleta de amostras de fezes e de ração. Nas amostras efetuou-se as seguintes determinações: MS por secagem em estufa, primeiramente a 55° C por 3 dias e posteriormente a 105° por 12 horas; MM pela queima das amostras em forno mufla, a 600° C por 4 horas; N pelo método de Kjeldahl; para a determinação de P as amostras de fezes e rações foram digeridas em solução de ácido clorídrico e o P determinado por colorimetria; CIA por meio da digestão das amostras em ácido clorídrico 4 normal, sob aquecimento, durante 45 minutos, filtragem do farelo em papel filtro quantitativo e, finalmente,

incineração dos filtros e resíduos retidos, em forno mufla a 500 °C por quatro horas, conforme método adaptado de (VAN KEULEN; YOUNG, 1977).

Com os teores de CIA nas amostras foi possível determinar o fator de indigestibilidade (FI) das dietas, pela divisão do teor de CIA de cada dieta pelo teor de CIA das fezes de cada animal que as consumiram. O FI indica a porção da dieta não aproveitada pelos animais e excretada nas fezes.

Considerando-se os consumos das dietas pelos animais e o FI, foram calculadas as excreções de fezes, em base seca, de acordo com a seguinte fórmula, adaptada de (BERCHIELLI et al., 2005):

$$\text{Excreção de MS fecal (g)} = \text{Consumo de MS} \times \text{FI}$$

As excreções de MO, MM, N e P foram obtidas utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Excreção de resíduos (g)} = \frac{\text{Excreção de MS fecal} \times \text{Componentes das fezes}}{100}$$

em que:

Componentes das fezes = MM ou MO ou N ou P, expressos como porcentagem das fezes na MS.

A partir destes dados foram calculadas a produção média de fezes e as excreções médias de MM, MO, N e P dos animais por dieta experimental, em cada uma das fases.

Por fim, foram calculados as excreções de MS, MM, MO, N e P nas fezes dos suínos por unidade de peso vivo ganho (EXCPV), em cada uma das fases experimentais, de acordo com a seguinte fórmula, adaptada de Santos (2001):

$$\text{Excreção por unidade de peso vivo ganho} = \frac{\text{MS ou MM ou MO ou N ou P eliminado nas fezes (g)}}{\text{Quantidade total de peso vivo produzido (kg)}}$$

2.6 AVALIAÇÃO DO CUSTO MÉDIO EM RAÇÃO POR QUILOGRAMA DE PESO VIVO GANHO, ÍNDICE DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA E ÍNDICE DE CUSTO

Primeiramente foi calculado o custo médio da ração por quilograma de peso vivo ganho (CMei) durante o período experimental, segundo a seguinte equação descrita por Bellaver et al. (1985):

$$\text{CMei} = \frac{\text{Qi} \times \text{Pi}}{\text{Gi}}$$

em que:

CMe_i = custo médio da dieta por quilograma ganho no i-ésimo tratamento;

Q_i = quantidade de dieta utilizada no i-ésimo tratamento;

P_i = no i- preço médio por quilograma da dieta utilizada éximo tratamento;

G_i = ganho médio de peso do animal no i-ésimo tratamento.

Foram também determinados os índice de eficiência econômica (IEE) e de custo médio (IC), propostos por Barbosa et al. (1992):

$$IEE = \frac{Mce}{Ctei} \times 100$$

$$IC = \frac{Ctei}{Mce} \times 100$$

em que:

Mce = menor custo médio observado em dieta por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;

$Ctei$ = custo médio do tratamento i considerado.

Vale destacar que os custos dos ingredientes corresponderam aos valores pagos pelos produtos que compuseram as dietas, no estado de São Paulo, antes da realização do experimento (março de 2014).

2.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, em função do peso vivo inicial dos animais. Na fase 1 a unidade experimental foi composta por dois animais, um macho castrado e uma fêmea, totalizando 56 animais, 4 dietas experimentais e 7 repetições por dieta. Nas fases 2 e 3 a unidade experimental foi composta por um animal, macho castrado, totalizando 28 animais, 4 dietas experimentais e 7 repetições por dieta. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA) e os resultados médios foram submetidos à análise de regressão e teste de Dunnett (5%) para análise das médias. A normalidade dos erros foi testada pelo método de Cramer-von Mises, de acordo com (EVERITT, 1998). Para a variável ocorrência de diarreia, os dados passaram por uma transformação angular. Com exceção da ocorrência de diarreia, todos os demais cálculos foram efetuados nos períodos acumulados de 21-35 (período I), 21-49 (período II) e 21-63 dias de idade (período III), visto que não houve redistribuição dos animais nos blocos ao final de cada fase.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis de desempenho e para as de ocorrência de diarreia no período I, para o ganho de peso diário e conversão alimentar no período II e para consumo de ração diário e conversão alimentar no período III não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre os animais submetidos às diferentes dietas experimentais (Tabela 2). Tais resultados estão de acordo com os encontrados por Pascoal et al. (2012), que utilizou casca de soja, polpa cítrica e celulose purificada em dietas para leitões e concluíram que a utilização destes produtos não afetou o desempenho produtivo dos animais.

O consumo de ração diário no período II aumentou ($P < 0,05$) linearmente em função do aumento da inclusão de farelo de abacaxi nas dietas dos animais. No período total observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre o ganho de peso diário dos suínos, sendo o nível ótimo estimado de inclusão de 7,43% de farelo de abacaxi (Tabela 3).

Ao se comparar os desempenhos dos leitões submetidos às dietas com farelo de abacaxi separadamente com os dos animais alimentados com a dieta controle, verificou-se que os consumos de ração dos animais A34 e dos A102 foram superiores ($P < 0,05$) aos do controle no período II e que o ganho de peso dos animais A34 foi 40% maior ($P < 0,05$) do que o dos animais controle no período III.

Tabela 2 - Desempenho e ocorrência de diarreia de leitões alimentados com dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi nos períodos I (21 - 35 dias de idade), II (21 - 49 dias de idade) e III (21 - 63 dias de idade).

Variáveis	Período	Dietas				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
Ganho de peso diário, g	I	220	221	243	231	20,9	-	0,8666
	II	302	374	344	353	23,3	-	0,4627
	III	339	509*	470	421	24,3	Quadrático	0,0133
Consumo de ração diário, g	I	289	306	310	359	24,8	-	0,4102
	II	390	546*	475	562*	27,8	Linear	0,0301
	III	607	787	711	785	27,9	-	0,133
Conversão alimentar	I	1,4	1,4	1,4	1,5	19,5	-	0,3517
	II	1,6	1,6	1,4	1,6	15,7	-	0,5106
	III	1,9	1,6	1,6	1,9	13,4	-	0,21
Ocorrência de diarreia								
% de Escore 3		28,99	25,05	24,35	16,78	71,5	-	-
Médias transformadas	I	0,522	0,512	0,503	0,397		-	0,3900

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34 - 3,4% de farelo de abacaxi; A68 - 6,8% de farelo de abacaxi; A102 - 10,2% de farelo de abacaxi.

Tabela 3 – Equações de predição dos resultados de desempenho de leitões alimentados com dietas com teores crescentes de resíduo de abacaxi.

Variáveis	Equação	R ²	Nível ótimo
Consumo de ração diário	$0,0191x + 0,3556$	0,1979	-
Ganho de peso diário	$-0,0043x^2 + 0,0639x + 0,3041$	0,2948	7,43

Na literatura, o desempenho de leitões alimentados com dietas fibrosas mostra-se variável. Schiavon et al. (2004) testaram a inclusão de 12% de polpa de beterraba nas dietas para leitões desmamados e não observaram efeito da adição desta fonte de fibra sobre o CDR e CA, porém observaram pior ganho de peso nos animais alimentados com maior inclusão de fibra na dieta.

De forma diferente, Molist et al. (2009) avaliaram rações contendo farelo de trigo e polpa de beterraba, juntas ou separadamente, e dietas sem as fibras para leitões recém-desmamados. Os autores notaram que nos primeiros 10 dias pós-desmame os animais que receberam farelo de trigo apresentaram maior consumo de ração quando comparados aos que não ingeriram esta fibra, porém não notaram diferença para ganho de peso e conversão alimentar.

Apenas as excreções de P no período III não foram afetadas ($P > 0,05$) pela inclusão de farelo de abacaxi nas rações (Tabela 4). Para as excreções de MS, MM, MO, N e P no período I, e de MM no período II, verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$). Para as excreções de MS, MO e N nos períodos II e III, de MM no período III e de P no período II verificou-se aumentos lineares ($P < 0,05$) em razão do incremento do farelo de abacaxi às dietas dos animais.

Tabela 4 – Excreções totais de matérias seca, mineral e orgânica, nitrogênio e fósforo nas fezes de leitões desmamados, alimentados com dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi nos períodos I (21 - 35 dias de idade) e II (21 - 49 dias de idade) e III (21 - 63 dias de idade).

Variáveis	Período	Dietas				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
Excreções, g								
Matéria seca	I	520,8	656,3	611,1	2020,6*	32,0	Quadrático	<0,0001
	II	1474,0	2467,8	2055,7	4107,8*	27,7	Linear	<0,0001
	III	3184,3	6092,9*	5254,6*	7254,6*	26,2	Linear	<0,0001
Matéria mineral	I	133,7	147,0	128,4	383,8*	33,2	Quadrático	<0,0001
	II	354,0	467,8	362,9	723,8*	24,7	Quadrático	0,0102
	III	719,2	1065,0*	860,2	1202,9*	22,7	Linear	0,0024
Matéria orgânica	I	387,0	509,3	482,8	1636,8*	32,6	Quadrático	<0,0001
	II	1120,1	2000,1*	1692,7	3384,1*	29,3	Linear	<0,0001
	III	2465,1	5027,9*	4394,4*	6051,9*	27,7	Linear	<0,0001
Nitrogênio	I	23,7	28,4	25,4	82,6*	33,8	Quadrático	<0,0001
	II	66,0	108,6*	83,0	165,2*	29,2	Linear	<0,0001
	III	149,7	277,0*	207,7*	280,4*	24,5	Linear	0,0022
Fósforo	I	5,6	5,7	5,0	14,1*	42,7	Quadrático	0,0013
	II	15,7	23,7*	17,7	30,0*	32,1	Linear	0,0045
	III	45,9	57,2	42,8	55,4	21,6	-	> 0,20

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi.

De maneira geral, verificou-se que o aumento do farelo de abacaxi nas dietas ocasionou aumentos nas excreções, sobretudo para os animais que receberam a dieta com maior porcentagem de fibra. Isso deve-se ao fato de que a fibra é pouco digerida pelos suínos, especialmente por suínos jovens. Ao se fazer as comparações dos animais controle em relação aos demais grupos de animais, observou-se o seguinte: todos os grupos de animais que receberam farelos de abacaxi em suas dietas apresentaram excreções de MS, MO e N maiores ($P < 0,05$) que as dos animais controle no período III; para MM no período III, MO, N e P no período II, apenas os leitões que receberam as dietas A34 e A102 apresentaram aumentos ($P < 0,05$) nas excreções em relação aos animais controle; no período II, apenas os animais submetidos a dieta A102 aumentaram ($P < 0,05$) a excreção de MS em relação aos suínos que não receberam farelo de abacaxi.

Tabela 5 – Equações de predição das excreções de nutrientes de leitões alimentados com dietas com teores crescentes de resíduo de abacaxi.

Variáveis	Período	Equações	R ²	Nível ótimo
Excreções, g	I	$26,828x^2 - 146,06x + 601,58$	0,8123	2,7
Matéria seca	II	$219,11x + 1403,4$	0,5851	-
	III	$331,69x + 3746,6$	0,4637	-
Matéria mineral	I	$5,1048x^2 - 31,167x + 148,77$	0,7324	3,1
	II	$5,2273x^2 - 24,447x + 388,22$	0,5746	2,3
	III	$36,423x + 775,13$	0,3142	-
Matéria orgânica	I	$21,72x^2 - 114,85x + 452,67$	0,8199	2,6
	II	$189,67x + 1077,2$	0,5959	-
	III	$295,27x + 2971,5$	0,4738	-
Nitrogênio	I	$1,1066x^2 - 6,3218x + 27,067$	0,7743	2,9
	II	$7,959x + 64,922$	0,4980	-
	III	$9,4127x + 180,45$	0,3037	-
Fósforo	I	$0,1874x^2 - 1,2052x + 6,0769$	0,5773	3,2
	II	$0,0801x + 16,254$	0,2773	-

O aumento de fibra nas dietas proporcionou aumento linear ($P < 0,05$) no consumo de ração ($P < 0,05$) no período II, o que contribuiu para as maiores excreções. Moreira et al. (2007), avaliando restrição energética para suínos por meio de elevação no teor de fibra das dietas, observaram aumento nas excreções de MS e MO, porém não verificaram efeito sobre as excreções de N e P.

De modo semelhante, Fraga et al. (2009), ao fornecerem níveis crescentes de casca de arroz em substituição ao milho para suínos em terminação, obtiveram maiores excreções de sólidos voláteis e totais, além de redução nas excreções de nitrogênio e fósforo. Castellini (2011), utilizando casca de soja em teores crescentes para suínos, também observou aumento nas excreções de sólidos totais, sólidos voláteis e matéria mineral, porém encontrou redução nas excreções de nitrogênio e fósforo.

Nos períodos I e II todas as excreções de componentes das fezes por unidade de peso vivo ganho (EXCPV) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), assim como as EXCPV de MM e P no período III (Tabela 6). Os níveis de farelo de abacaxi estimados que promoveriam as menores EXCPV encontram-se na Tabela 7. De forma diferente, as EXCPV de MS, MO e N no período III apresentaram aumentos lineares ($P < 0,05$) em decorrência do incremento nos teores de farelo de abacaxi às dietas. Estes resultados podem estar relacionados a piora no aproveitamento das dietas, relacionada a baixa capacidade de digerir fibras, principalmente em leitões, e ao aumento numérico do consumo de ração no período total em função dos maiores

teores fibra nas dietas dos animais. Tais aspectos podem ter provocado as maiores excreções totais, vistas anteriormente, que culminaram nos maiores excreções por unidade de peso ganho conforme aumentaram os teores de farelo de abacaxi nas dietas.

As EXCPV de MS no período I, MO e N nos períodos I e III, P nos períodos I e II e MM em todos os períodos, dos animais alimentados com a dieta A102 foram maiores ($P < 0,05$) em relação aos que consumiram a dieta controle. Para as EXCPV da MS, MO e N no período II, os animais alimentados com as dietas A34 e A102 diferiram dos animais do grupo controle. Assim como para a EXCPV do P no período III, dos animais alimentados com as dietas A34 e A68 (Tabela 6).

Contudo, é importante observar que no período total não houve diferenças ($P > 0,05$) nas EXCPV da MS, MM, MO e N entre os animais do tratamento CON e os que receberam a dieta A34. Ou seja, o aumento na excreção de resíduos dos animais A34, em relação aos do controle, foi acompanhado por maior ganho de peso, de modo que as excreções por unidade de peso ganho não diferiram.

Tabela 6 – Excreções de matérias seca, mineral e orgânica, nitrogênio e fósforo nas fezes por unidade de peso vivo ganho (EXCPV) de leitões desmamados, alimentados com teores crescentes de farelo de abacaxi nos períodos I (21 - 35 dias de idade), II (21 - 49 dias de idade) e III (21 - 63 dias de idade).

Variáveis	Período	Dietas				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
EXCPV, g/kg								
Matéria seca	I	148,6	195,6	172,7	602,0*	36,9	Quadrático	<0,0001
	II	173,2	229,5*	204,1	408,3*	22,2	Quadrático	0,0019
	III	220,9	247,2	244,6	390,8	29,4	Linear	0,0011
Matéria mineral	I	38,7	44,3	36,5	115,0*	39,4	Quadrático	0,0003
	II	40,8	43,9	35,7	72,5*	22,0	Quadrático	0,0003
	III	48,4	42,9	40,2	65,0*	27,1	Quadrático	0,0058
Matéria orgânica	I	110,5	151,4	136,2	487,0*	37,0	Quadrático	<0,0001
	II	132,4	185,6*	168,4	335,8*	23,4	Quadrático	0,0043
	III	172,6	204,3	204,5	325,8*	30,6	Linear	0,0006
Nitrogênio	I	6,8	8,4	7,2	24,8*	39,0	Quadrático	0,0001
	II	7,6	10,0*	8,3	16,5*	24,6	Quadrático	0,0075
	III	9,1	11,2	9,4	14,4*	20,5	Linear	0,0012
Fósforo	I	1,6	1,7	1,5	4,1*	39,7	Quadrático	0,0014
	II	1,8	2,2	1,8	3,0*	24,2	Quadrático	0,04
	III	2,9	2,3*	2,0*	2,8	21,9	Quadrático	0,0015

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON - Dieta controle; A34 - 3,4% de farelo de abacaxi; A68 - 6,8% de farelo de abacaxi; A102 - 10,2% de farelo de abacaxi.

Tabela 7 – Equações de predição das excreções de matérias seca, mineral e orgânica, de nitrogênio e fósforo nas fezes por unidade de peso vivo ganho (EXCPV) de leitões alimentados com dietas de teores crescentes de resíduo de abacaxi.

Variáveis	Período	Equações	R ²	Nível ótimo
EXCPV, g/kg				
Matéria seca	I	$8,0525x^2 - 43,829x + 174,41$	0,7719	2,72
	II	$3,1174x^2 - 12,226x + 188,68$	0,7208	1,96
	III	$14,854x + 199,77$	0,3246	-
Matéria mineral	I	$1,5388x^2 - 9,3828x + 43,632$	0,6688	3,05
	II	$0,7136x^2 - 4,8008x + 43,579$	0,6286	3,36
	III	$0,6401x^2 - 5,2091x + 49,581$	0,3525	
Matéria orgânica	I	$6,5258x^2 - 34,621x + 131,32$	0,7865	2,65
	II	$2,4038x^2 - 7,4254x + 145,1$	0,7193	1,54
	III	$13,463x + 157,78$	0,3586	-
Nitrogênio	I	$0,3348x^2 - 1,905x + 7,8384$	0,7316	2,84
	II	$0,1206x^2 - 0,5115x + 8,2679$	0,6246	2,12
	III	$y = 0,4113x + 8,9224$	0,329	-
Fósforo	I	$0,0508x^2 - 0,3105x + 1,7365$	0,5978	3,06
	II	$0,0175x^2 - 0,0955x + 1,9632$	0,3749	2,73
	III	$0,0297x^2 - 0,323x + 2,925$	0,3468	5,44
Variáveis	Período	Equações	R ²	Nível ótimo
EXCPV, g/kg				
Matéria seca	I	$8,0525x^2 - 43,829x + 174,41$	0,7719	2,72
	II	$3,1174x^2 - 12,226x + 188,68$	0,7208	1,96
	III	$14,854x + 199,77$	0,3246	-
Matéria mineral	I	$1,5388x^2 - 9,3828x + 43,632$	0,6688	3,05
	II	$0,7136x^2 - 4,8008x + 43,579$	0,6286	3,36
	III	$0,6401x^2 - 5,2091x + 49,581$	0,3525	
Matéria orgânica	I	$6,5258x^2 - 34,621x + 131,32$	0,7865	2,65
	II	$2,4038x^2 - 7,4254x + 145,1$	0,7193	1,54
	III	$13,463x + 157,78$	0,3586	-
Nitrogênio	I	$0,3348x^2 - 1,905x + 7,8384$	0,7316	2,84
	II	$0,1206x^2 - 0,5115x + 8,2679$	0,6246	2,12
	III	$y = 0,4113x + 8,9224$	0,329	-
Fósforo	I	$0,0508x^2 - 0,3105x + 1,7365$	0,5978	3,06
	II	$0,0175x^2 - 0,0955x + 1,9632$	0,3749	2,73
	III	$0,0297x^2 - 0,323x + 2,925$	0,3468	5,44

Não houve diferença ($P > 0,05$) para o custo médio das rações por quilograma de peso vivo entre as dietas em nenhum dos períodos (Tabela 8). Contudo, a dieta A68 apresentou os melhores IEE e IC, indicando assim, a viabilidade econômica da inclusão do farelo de abacaxi, sem afetar a eficiência econômica e os custos das dietas.

Tabela 8 – Custo médio de ração por quilograma de peso vivo (CMRPV), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo de dietas para leitões desmamados, com teores crescentes de inclusão de farelo de abacaxi nos períodos I (dos 21 aos 35 dias de idade), II (dos 21 aos 49 dias de idade) e III (dos 21 aos 63 dias de idade).

Variáveis	Período	Dietas				CV (%)	P
		CON	A34	A68	A102		
CMRPV, R\$/kg	I	4,4	4,8	4,1	4,4	21,1	0,57
	II	3,9	3,7	3,7	4,1	12,3	0,46
	III	4,0	3,6	3,5	4,2	19,9	0,37
IEE, %	I	93,2	85,4	100,0	93,2	-	-
	II	94,9	100,0	100,0	90,2	-	-
	III	87,5	97,2	100,0	83,3	-	-
IC, %	I	107,3	117,1	100,0	107,3	-	-
	II	105,4	100,0	100,0	110,8	-	-
	III	114,3	102,9	100,0	120,0	-	-

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON - Dieta controle; A34 - 3,4% de farelo de abacaxi; A68 - 6,8% de farelo de abacaxi; A102 - 10,2% de farelo de abacaxi.

Gomes et al. (2012) avaliando a viabilidade econômica de dietas com diferentes teores de farelo de arroz integral (FAI) em rações para leitões, concluíram que o FAI pode ser utilizado até o teor de 20% para leitões, sem que haja comprometimento nos índices de viabilidade econômica.

4 CONCLUSÃO

A inclusão do farelo de abacaxi em dietas para leitões desmamados é viável, sobretudo ao nível de 3,4%, por não interferir negativamente nas excreções por unidade de peso vivo ganho e nos índices de custos das dietas e por proporcionar melhor ganho de peso aos animais em relação aos suínos que não consumiram farelo de abacaxi.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2014: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2013. 463 p.
- BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial, de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 21, n. 5, p. 827-37, 1992.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S.; GOMES, P.C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Chapecó, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.
- BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; CARRILHO, E.N.V.M. et al. Comparação de indicadores para estimativas de produção fecal e de fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 987-996, 2005.
- CARNEIRO, M. S. C.; LORDELLO, M. M.; CUNHA, L. F.; FREIRE, J. P. B. Effects of dietary fiber source and enzyme supplementation on fecal apparent digestibility, short chain fatty acid production and activity of bacterial enzymes in the gut of piglet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 3, p. 124-136, 2008.
- CASTELINI, F. R. **Casca de soja em programa de restrição alimentar para suínos pesados**. 2011. 82 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.
- CORASSA, A.; LOPES, D. C.; PENA, S. M.; FREITAS, L. S.; PENA, G. M. Hidrolisado de mucosa intestinal de suínos em substituição ao plasma sanguíneo em dietas para leitões de 21 a 49 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2029-2036, 2007.
- EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDINO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; SCANDOLERA, A. J.; RUIZ, U. S.; NADAI, A. Qualitative feed restriction for heavy swines: effect on digestibility and weight of organs of digestive tract, and environmental impact of feces. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 6, p. 1353-1363, 2009.

GOMES, T. R.; CARVALHO, L. E.; FREITAS, E. R.; NEPOMUCENO, R. C. ELLERY, E. A. C. RUFINO, R. H. M. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 233, p. 129-139, 2012.

LOUSADA JUNIOR, J. E.; COSTA, J. M. C.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

MOLIST, F.; GOMES DE SEGURA, A.; GASA, A.; HERMES, R. G.; MAMZANILLA, E. G.; ANGUITA, M.; PÉREZ, J. F. Effects of the insoluble and soluble dietary fiber on the physicochemical properties of digesta and microbial activity in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 149, n. 1, p. 346-353, 2009.

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

PASCOAL, L. A. F.; THOMAZ, M. C.; WATANABE, P. H.; RUIZ, U. S.; EZEQUIEL, J. M. B.; AMORIM, E. D.; MASSON, G. C. I. Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 636-642, 2012.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; NEIVA, J. N. M., RODRIGUEZ, N. M.; PIMENTEL, J. C. M.; MARTINS, G. A.; RIBEIRO, T. P.; COSTA, J. B.; SANTOS, S. F. CARVALHO, F. C. Valor nutritivo do farelo da indústria processadora de abacaxi (*Ananascomosus L.*) em dietas para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 3, p. 773-781, 2007.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suíno**: composição de alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252 p.

SANTOS, T. M. B. **Balanço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte**. 2001. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

SCHIAVON, S.; TAGLIAPIETRA, F.; BAILONI, L.; BORTOLOZZO, A. Effects of sugar beet pulp on growth and health status of weaned piglets. **Italian Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 3, n. 2, p. 337-351, 2004.

VALADARES FILHO, S. C.; MACHADO, P. A. S.; CHIZZOTTI, M. L.; AMARAL, H. F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. [2014]. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos: CQBAL 3.0**. Viçosa: [s.n.], Disponível em: < www.ufv.br/cqbal>. Acesso em: 23 jan. 2015.

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal Science**, Champaign, v. 44, n. 2, p. 282-287, 1977.

VASCONCELOS T. S.; RUIZ, U. S.; THOMAZ, M. C.; CASTELLANI, F. R.; RODRIGUES, D. J.; ONO, R. K; RAMOS, G. F.; OLIVEIRA, J. A. Avaliação biológica do farelo de abacaxi para suínos em terminação. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6., 2014, São Pedro. **Congresso...** São Pedro: [s.n.], 2014.

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, n. 2, p.207-227, 2001.

CAPÍTULO III – Farelo de abacaxi em dietas para leitões desmamados: digestibilidade dos nutrientes, morfologia intestinal, peso de órgãos, pH do conteúdo do ceco e tempo de trânsito gastrintestinal da digesta

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi, como fonte de fibra na alimentação de leitões desmamados. Foram utilizados 56 leitões com 21 dias de idade, que receberam dietas compostas principalmente por milho, farelo de soja e produto lácteo, com adição de farelo de abacaxi em 0%, 3,4%, 6,8% e 10,2%. O experimento foi dividido em três períodos, de acordo com a idade dos animais: I - 21 aos 35 dias; II - 21 aos 49 dias; e III - 21 aos 63 dias de idade dos leitões. Foram avaliados os seguintes parâmetros: as digestibilidades das dietas, no meio de cada fase; altura de vilosidade, profundidade de cripta, relação altura de vilosidade/profundidade de cripta, número de células caliciformes, no duodeno, jejuno e ceco, densidade de vilosidades no duodeno e jejuno, pesos dos órgãos do trato gastrintestinal dos animais, ao final das fases 1 e 3; e tempo de trânsito gastrintestinal, nas três fases. De forma geral, observou-se reduções nas digestibilidades dos nutrientes das dietas que tiveram inclusão do farelo de abacaxi em relação a dieta controle, sem fibra. As dietas contendo farelo de abacaxi promoveram redução linear no tempo de trânsito da digesta dos leitões no período I. Por outro lado, não se observou efeitos significativos das dietas fibrosas em aumentar os pesos dos órgãos do trato digestório dos suínos, assim como não se verificaram danos severos as estruturas das vilosidades dos animais submetidos as dietas com farelo de abacaxi, comparativamente aos animais controle. O uso de dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi na alimentação de leitões recém-desmamados piorou as digestibilidades dos nutrientes das dietas, contudo não interferiu negativamente nos pesos de órgãos do trato digestório e na estrutura da mucosa intestinal.

Palavras-chave: Fibra dietética. Saúde intestinal. Suínos.

CHAPTER III - Pineapple byproduct in diets for weaned piglets: diets digestibility, intestinal morphology, gastrointestinal organs weight, cecum pH, and digesta transit time.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate diets with growing levels of pineapple byproduct in weaned piglets feeding, as a fiber source. Fifty six piglets, 21 days old, were fed diets composed mainly by corn, soybean meal and dairy products, with the addition of pineapple byproduct in 0%, 3,4%, 6,8% and 10,2%. The parameters evaluated were: diets digestibility; intestinal morphology (villous height, crypt depth, villous height/ crypt depth relation, goblet cells number) in duodenum, jejunum and cecum; villous density in duodenum and cecum; gastrointestinal organs weight and digesta transit time. The trial was divided in three periods, according to the age of the animals, as follows: I - from 21 to 35 days; II - from 36 to 49 days; III - from 50 to 63 days of age. The animals were allotted into a complete randomized design, according with their weight in the beginning of the trial, with four treatments and seven repetitions. In general, there were reductions in diets nutrient digestibility as a consequence of pineapple meal inclusion, compared to control diet, without the fibrous feedstuff. Diets containing pineapple meal promoted linear reduction in the digesta transit time of piglets in the period I. On the other hand, there were no significant effects of fibrous diets in the weights of the digestive tract organs of pigs, as there were no severe damage to the villi structures of the animals fed diets with pineapple meal, compared to control animals. The use of diets with increasing levels of pineapple meal for weanling piglets worsened nutrients digestibility of diets, but no negative effect on the weights of digestive tract organs and intestinal mucosal structure were observed.

Key-words: Dietary fiber. Gut health. Swine.

1. INTRODUÇÃO

O período pós desmame é considerado o mais crítico na produção de leitões, pois está associado a vários fatores estressantes aos animais, tais como a perda do contato com a mãe, mudança de dieta líquida para a sólida, formação de nova hierarquia social e mudança de ambiente. Nesse período de transição observa-se consumo de ração reduzido, atrofia das vilosidades intestinais e reduzidas capacidades de síntese de enzimas e absorção de nutrientes no intestino, o que prejudica o aproveitamento nutricional das dietas (MOLIST et al., 2011).

A utilização de ingredientes que promovam melhorias nas funções intestinais e que sejam capazes de modular a microbiota intestinal, diminuindo a quantidade de bactérias patogênicas, pode colaborar para manutenção das capacidades de digestão e de absorção do epitélio intestinal (BUDIÑO et al., 2010), prevenindo danos na estrutura e função intestinal.

Dentre os ingredientes utilizados nas rações para suínos na fase inicial, os alimentos fibrosos têm merecido grande destaque, pois podem melhorar a saúde intestinal dos animais. A fibra dietética insolúvel pode melhorar a morfologia do intestino delgado (HANCZAKOWSKA et al., 2008), aumentando as vilosidades intestinais, e conseqüentemente a área de absorção dos nutrientes, reduzindo a incidência de diarreia (PASCOAL et al., 2012) e o número de bactérias patogênicas no intestino (MOLIST et al., 2009).

A utilização da fibra dietética insolúvel nas dietas de leitões desmamados contribui para o desenvolvimento das funções intestinais, pois estimula a sua motilidade. O tempo de trânsito gastrintestinal da digesta pode ser reduzido, o que reduz a disponibilidade de substrato para o crescimento de bactérias, sejam elas benéficas ou não (STAGONIAS; PEARCE, 1985; PLUSKE et al., 2003; MATEOS et al., 2006).

Högberg e Lindberg (2004) estudaram dietas baseadas em cereais e seus subprodutos, com concentrações altas e baixas de PNA's, e observaram que as dietas com maiores valores de fibra aumentaram a produção total de AGCC no estômago e íleo, e as proporções dos ácidos propiônico e butírico no íleo e ceco, sendo o ambiente intestinal alterado positivamente em relação ao menor pH e à população microbiana total.

O farelo de abacaxi é um subproduto fibroso obtido da prensagem do fruto para a produção do suco, sendo considerado um problema para a indústria pois necessita

ser descartado. Constitui de 15 a 25% do peso do fruto, sendo composto por talos, coroas, cascas e cilindros. O Brasil tem grande importância na produção mundial desta fruta, tendo produzido 3.133,38 toneladas no ano de 2013. A região sudeste é responsável por 40,65% da produção, ou seja, equivalente a 1.273,59 toneladas (AGRIANUAL, 2014). O farelo apresenta, dentre outros nutrientes, 67,50% de fibra dietética total, 9,50% de fibra dietética solúvel e 58,00% de fibra dietética insolúvel (VASCONCELOS, 2014).

Considerando os efeitos benéficos que a fibra dietética insolúvel pode trazer aos animais recém-desmamados, objetivou-se avaliar a inclusão de teores crescentes de farelo de abacaxi sobre a digestibilidade dos nutrientes da dieta, morfologia intestinal, peso de órgãos, pH do conteúdo do ceco e tempo de trânsito gastrintestinal da digesta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL, ANIMAIS E INSTALAÇÕES

Os procedimentos com animais foram revistos e aprovados pela Comissão de Ética em Uso de Animais da “Universidade Estadual Paulista”, Campus de Dracena (protocolo nº 31/2013), e seguiu as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA). O experimento foi conduzido no galpão de creche do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (IZ). Foram utilizados 56 leitões recém-desmamados, machos e fêmeas, com 21 dias de idade e peso médio de $5,05 \pm 0,89$ kg obtidos de granja comercial, previamente vacinados contra circovírus.

Os leitões foram alojados dois a dois, um macho e uma fêmea, em gaiolas metálicas suspensas a 80 cm do piso e localizadas em duas salas de creche, contendo climatizadores que mantiveram a temperatura entre 25 e 28 °C, até o final da primeira fase. Os bebedouros utilizados foram do tipo chupeta e os comedouros do tipo semiautomático.

2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

Foram utilizadas quatro dietas experimentais, sendo uma controle (CON) composta principalmente por milho, farelo de soja, produtos lácteos, plasma sanguíneo, suplementada com minerais, vitaminas e aminoácidos (Tabela 1). As

demais dietas foram similares à controle, porém tiveram inclusão de farelo de abacaxi nas proporções de 3,4% (A34), 6,8% (A68) e 10,2% (A102). O programa de arraçamento foi dividido em três fases: I, dos 21 aos 35 dias de idade; II, dos 36 aos 49 dias; III, dos 50 aos 63 dias. Para formulação das dietas considerou-se as exigências por nutrientes de leitões de alto potencial genético e desempenho superior e valores nutricionais dos ingredientes propostos por Rostagno et al. (2011), nas fases mencionadas. Todas as dietas continham os mesmos teores de energia metabolizável, lisina, metionina + cistina, treonina, triptofano e valina digestíveis, cálcio e fósforo disponível.

2.3 DIGESTIBILIDADE DAS DIETAS

A avaliação das digestibilidades das dietas experimentais foi efetuada pelo método da coleta parcial de fezes, utilizando-se cinza insolúvel em ácido – CIA, como indicador. Para tanto, no meio de cada uma das fases substituiu-se parte do ingrediente inerte das dietas por uma fonte de CIA, a Celite®, em 1% da dieta. Os animais consumiram as dietas com CIA por seis dias consecutivos, sendo que do quarto ao sexto dias efetuou-se a coleta de amostras de ração e de fezes, logo após a defecação, duas vezes ao dia. As amostras foram armazenadas em freezer a - 8° C, até o momento das análises laboratoriais, quando foram submetidas a secagem em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas, sendo posteriormente moídas em moinho tipo “faca”, dotado de peneira com crivos de 1 mm.

As amostras das rações e das fezes foram analisadas no Laboratório de Bromatologia do Câmpus Experimental de Dracena da Unesp, determinando-se os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB), de acordo com Silva e Queiroz (2002); fibra dietética total (FDT), fibra dietética solúvel (FDS), fibra dietética insolúvel (FDI), segundo AOAC (1995); e energia bruta (EB) em bomba calorimétrica do tipo Parr. A partir dos valores de MS e MM das amostras calculou-se seus teores de matéria orgânica (MO). Com os valores obtidos das amostras de fezes e ração foram calculados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDT, FDS, FDI, EB, bem como os teores dos nutrientes e energia digestíveis - ED das dietas (ADEOLA et al. 2001).

As determinações de CIA nas dietas e nas fezes foram efetuadas por meio da digestão das amostras em ácido clorídrico 4N, sob aquecimento, durante 45 minutos, filtragem do farelo em papel de filtro quantitativo e, finalmente, incineração dos filtros

e farelos retidos, em forno mufla a 500 °C por quatro horas, conforme método adaptado de (VAN KEULEN; YOUNG., 1977).

Tabela 1- Composição (%) e valores calculados das dietas experimentais nas fases I (21 a 35 dias), II (36 a 49 dias) e III (50 a 63 dias)

Ingredientes	Fase I				Fase II				Fase III			
	CON	A34	A68	A102	CON	A34	A68	A102	CON	A34	A68	A102
Milho Comum	39,25	35,40	31,58	27,77	48,17	44,70	41,30	37,70	63,13	59,96	56,56	52,51
Farelo de soja	29,37	29,37	29,37	29,37	32,47	32,47	32,47	32,47	29,19	29,19	29,19	29,19
Produto lácteo ¹	16,29	16,29	16,29	16,29	3,04	3,04	3,04	3,04	-	-	-	-
Produto lácteo ²	4,19	4,19	4,19	4,19	8,61	8,61	8,61	8,61	-	-	-	-
Plasma Sanguíneo	3,95	4,45	4,85	5,43	2,00	2,25	2,50	2,75	-	-	-	-
Farelo de Abacaxi	-	3,40	6,80	10,20	-	3,40	6,80	10,20	-	3,40	6,80	10,20
Fosfato bicálcico	1,58	1,58	1,57	1,57	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,61	1,62
Calcário	0,79	0,77	0,76	0,75	0,81	0,79	0,78	0,76	0,76	0,74	0,72	0,70
Sal	-	-	-	-	0,18	0,16	0,15	0,13	0,44	0,44	0,44	0,45
Inerte	2,13	1,98	1,83	1,61	2,13	1,88	1,60	1,42	1,93	1,61	1,41	1,57
Supl. mineral ³	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Supl. vitamínico ⁴	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Óleo de soja	1,34	1,48	1,65	1,75	-	0,09	0,15	0,29	2,07	2,14	2,30	2,71
L-Lisina.HCl, 78%	0,31	0,28	0,26	0,22	0,30	0,29	0,28	0,27	0,29	0,29	0,30	0,31
L-Treonina, 98%	0,10	0,09	0,084	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,07	0,08	0,09	0,10
DL-Metionina, 99%	0,16	0,16	0,160	0,16	0,13	0,13	0,14	0,14	0,06	0,07	0,08	0,09
L-Triptofano, 98%	0,006	0,002	-	-	-	-	-	-	-	0,002	0,003	0,005
L-Valina, 96,5%	0,055	0,045	0,039	0,025	-	-	-	-	-	-	-	-
Antioxidante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Valores Calculados												
EM (Kcal/kg)	3400	3400	3400	3400	3375	3375	3375	3375	3230	3230	3230	3230
PB (%)	22,0	22,2	22,4	22,6	21,4	21,5	21,6	22,0	18,9	19,0	18,9	18,8
FDT (%)	7,7	10,5	12,9	16,0	9,3	11,6	14,0	15,3	9,4	11,4	15,3	19,0
FDS (%)	0,6	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6	0,8	0,8	0,4	0,3	0,6	0,7
FDI (%)	7,1	9,8	12,1	15,2	0,7	11,1	13,2	14,5	9,1	11,1	14,7	18,2
Fósforo dig. (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Cálcio (%)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Lisina dig. (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,1	1,1	1,1	0,1
Met + Cist dig. (%)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
Treonina dig. (%)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
Triptofano dig. (%)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Valina dig. (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi. ¹Nuklospray L70-5 – 70% de Lactose; ²Nuklospray E50 – 38% de Lactose; ³ Suplemento de microminerais (sem promotor do crescimento), fornecido por quilograma de dieta: Cobalto – 0,168 mg; Cobre – 0,015 g; Ferro – 0,025 g; Iodo – 1,42 mg; Manganês – 0,04 g; Zinco – 0,075 g; ⁴ Suplemento vitamínico (sem promotor do crescimento): Vit. A - 8000 UI; Vit. D3 – 3000 UI; Vit. K - 8 mg; Vit. B2 - 6 mg; Vit. B12 - 33 mcg; Vit. B6 – 2 mg; Vit. B1 – 2 mg; Vit. E – 30 UI; Pantotenato de cálcio - 21 mg; Niacina – 0,04 g; Ácido fólico – 1,20 mg; Biotina – 0,05 mg; Selênio – 0,39 mg; Colina – 0,36 g.

2.4 TEMPO DE TRÂNSITO GASTRINTESTINAL DA DIGESTA

No oitavo dia de cada fase experimental foram determinados os tempos de trânsito das digestas. Para tanto, os animais foram alimentados com dietas contendo 1% de óxido férrico, medindo-se o tempo gasto entre a ingestão do alimento marcado com óxido férrico e o aparecimento das primeiras fezes com a coloração vermelha,

característica do marcador. Ao final do consumo das dietas com o marcador voltaram a ser oferecidas dietas sem o marcador, à vontade.

2.5 ABATE DOS ANIMAIS

Ao final das fases I e III efetuou-se abate de um animal por unidade experimental, para pesagem dos órgãos do sistema digestório, mensuração do pH do conteúdo do ceco e coleta de tecidos dos intestinos para avaliações da morfologia da mucosa intestinal dos animais.

Os procedimentos de abate foram os mesmos em ambas as fases. Os animais foram submetidos a jejum de 12 horas, após o qual foram induzidos e mantidos em estado geral de anestesia pelas aplicações de 0,1mL/kg Acepromazina, 0,1mL/kg de Xilasina, e 0,6mL/kg Cetamina, com intervalo de 15 minutos cada. Quando os animais mostraram-se insensibilizados, foram feitas aplicações de 0,6mL/kg de Tiopental por via intra cardíaca, conforme descrito nos trabalhos de (NYACHOTI et al., 1997; STEIN et al., 2007).

2.6 PESO DOS ÓRGÃOS DO SISTEMA DIGESTÓRIO E PH DO CONTEÚDO DO CECO

Logo após o abate e evisceração dos animais, os órgãos do sistema digestório foram separados para realização das pesagens do estômago, intestino delgado, ceco e cólon vazios, e também do fígado e pâncreas, conforme descrito por Pond et al. (1988). O conteúdo do ceco dos animais foi transferido para recipientes de plástico, no qual imediatamente mediu-se o pH com uso de peagômetro portátil.

2.7 MORFOLOGIA INTESTINAL

Foram colhidas amostras do duodeno, da porção média do jejuno e ceco para realização das técnicas de microscopia de luz e eletrônica de varredura. Os segmentos para microscopia de luz foram abertos com tesoura pela borda mesentérica, presos em pedaços de papelão, lavados em solução fisiológica e fixados em solução de Bouin por um período de 24 horas e posteriormente desidratados em álcool. Depois da desidratação em série crescente de alcoóis, e da passagem por bateria de xilol, as diversas amostras foram incluídas em parafina e microtomizadas para a montagem de duas lâminas de cada amostra colhida. Uma preparação de cada amostra foi corada pela técnica de hematoxilina-eosina e para aquelas destinadas à

contagem de células caliciformes a coloração foi efetuada pela técnica do ácido periódico de Schiff-PAS (TOLOSA et al., 2003).

Os cortes foram analisados em microscópio de luz, modelo Olympus BX41, acoplado a um sistema para captura de imagens Olympus DP11-N. As imagens foram transferidas para um computador e as avaliações morfométricas realizadas utilizando-se o “software” Image-Pro Plus®. As tomadas das medidas (μm) de altura, largura das vilosidades, profundidade das criptas e contagem de células caliciformes foram feitas nas lâminas coradas pela técnica PAS e hematoxilina de Harris, em 30 vilos e 30 criptas bem orientadas por amostra. A partir das medidas de altura das vilosidades e profundidade das criptas foi calculada a relação altura das vilosidades e profundidade da cripta para cada amostra analisada.

2.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Adotou-se delineamento em blocos casualizados, em função do peso vivo inicial dos animais. Na fase 1 a unidade experimental foi composta por dois animais, um macho castrado e uma fêmea, totalizando 56 animais, 4 dietas experimentais e 7 repetições por dieta. Nas fases 2 e 3 a unidade experimental foi composta por um animal, macho castrado, totalizando 28 animais, 4 dietas experimentais e 7 repetições por dieta. Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do programa estatístico SAS (SAS 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA) e os resultados médios foram submetidos a análise de regressão e teste de Dunnett (5%) para comparação de médias. A normalidade dos erros foi testada pelo método de Cramer-von Misses, de acordo com (EVERITT, 1998).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de digestibilidade (CD) dos componentes das dietas encontram-se na Tabela 2 e seus valores digestíveis na Tabela 4. Foram observadas reduções lineares ($P < 0,05$) para os CD e valores digestíveis da MS e MO nas fases 1 e 2; CD da PB e da energia digestível na fase 2; CD da EB e FDS na fase 1 em função do aumento na inclusão de farelo de abacaxi as dietas. De forma contrária, os CD da FDT, FDI e do P digestível na fase 1; os valores digestíveis de FDI nas fases

1 e 2; da FDS na fase 2 aumentaram linearmente ($P < 0,05$), em decorrência do aumento na inclusão do farelo às dietas.

Tabela 2- Coeficientes de digestibilidade de dietas experimentais com teores crescentes de farelo de abacaxi, nas fases I (dos 28 aos 30 dias de idade), II (dos 41 aos 44 dias de idade) e III (dos 58 aos 60 dias de idade).

Variáveis	Fases	Dietas				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	102			
Coeficientes de digestibilidade, %								
Matéria seca	1	86,7	83,8*	83,5*	82,5*	1,9	Linear	<0,0001
	2	85,8	81,1	81,3	77,6	3,49	Linear	<0,0001
	3	88,3	80,9*	80,3*	80,6*	3,15	Quadrático	0,0006
Matéria orgânica	1	89,2	86,8*	86,3*	85,1*	1,82	Linear	<0,0001
	2	88,4	83,9*	83,8*	80,5*	3,33	Linear	<0,0001
	3	91,2	83,9*	82,1*	83,1*	2,23	Quadrático	<0,0001
Proteína bruta	1	85,2	83,9	84,2	84,5	2,68	-	0,73
	2	85,9	81,4*	82,7	80,1*	3,63	Linear	0,0035
	3	88,3	80,5*	79,5	82,6*	2,31	Quadrático	<0,0001
Energia bruta	1	86,9	85,2	84,6*	84,3*	1,76	Linear	0,0179
	2	86,7	82,6*	82,6*	79,6*	2,42	Quadrático	<0,0001
	3	87,7	81,9*	82,0*	82,4*	1,91	Quadrático	<0,0001
Fibra dietética insolúvel	1	48,0	58,8*	58,0*	60,0*	11,33	Linear	0,0030
	2	52,5	48,5	56,7	48,5	15,44	-	0,20
	3	64,7	47,9*	56,4*	62,0	9,42	Quadrático	<0,0001
Fibra dietética solúvel	1	82,4	85,6	80,2	79,8	6,24	Linear	0,0028
	2	86,2	83,7	87,2	88,6	5,38	-	0,29
	3	77,4	46,4*	65,5*	74,8	14,79	Quadrático	<0,0001
Fibra dietética total	1	50,8	60,8*	59,0*	60,6*	10,51	Linear	0,0089
	2	55,3	52,5	58,3	50,7	10,20	-	0,09
	3	65,2	47,9*	56,8*	62,5	9,40	Quadrático	<0,0001
Fósforo	1	74,8	78,1	76,5	81,4	8,45	-	0,31
	2	71,4	69,8	73,0	68,7	9,15	-	0,63
	3	65,1	61,6	69,8	85,5*	10,26	Quadrático	0,0018

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi.

Para os CD da MS, MO, PB, FDT, FDS, FDI, P assim como para os valores digestíveis da MS, MO, FDI e energia na fase 3; FDS e proteína digestíveis nas fases 1 e 3; FDT e fósforo digestíveis e CD da EB nas fases 2 e 3; e proteína digestível em todas as fases observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$). As equações de predição com os níveis ótimos do farelo de abacaxi para as variáveis mencionadas encontram-se nas Tabelas 3 e 5.

Tabela 3 – Equações de predição dos coeficientes de digestibilidade de dietas com teores crescentes de resíduo de abacaxi, consumidas por leitões desmamados.

Variáveis	Fases	Equações	R ²	Nível ótimo
Coeficientes de digestibilidade, %				
Matéria seca	1	-0,3797x + 86,074	0,4720	-
	2	-0,705x + 85,039	0,4978	-
	3	0,1628x ² - 2,3653x + 87,974	0,6381	7,26
Matéria Orgânica	1	-0,3729x + 88,772	0,4685	-
	2	0,0263x ² - 0,9607x + 88,005	0,4963	-
	3	0,1769x ² - 2,5763x + 91,036	0,7976	7,28
Proteína bruta	2	-0,4746x + 84,956	0,2848	-
	3	0,2324x ² - 2,917x + 88,154	0,7785	6,28
Energia bruta	1	-0,2488x + 86,519	0,2500	-
	2	6,2123x ² - 81,579x + 3536,4	0,5497	6,56
	3	0,1311x ² - 1,8109x + 87,393	0,5238	-
Fibra dietética Insolúvel	1	1,0246x + 50,922	0,2907	-
	3	0,4709x ² - 4,8365x + 63,257	0,5361	5,13
Fibra dietética solúvel	1	-0,3883x + 83,977	0,1320	-
	3	0,8477x ² - 8,4001x + 74,338	0,5414	4,95
Fibra dietética total	1	0,8074x + 53,668	0,2180	-
	3	0,4858x ² - 4,9818x + 63,721	0,5495	5,13
Fósforo	3	0,4001x ² - 2,094x + 64,841	0,6396	2,62
Variáveis	Fases	Equações	R ²	Nível ótimo
Coeficientes de digestibilidade, %				
Matéria seca	1	-0,3797x + 86,074	0,4720	-
	2	-0,705x + 85,039	0,4978	-
	3	0,1628x ² - 2,3653x + 87,974	0,6381	7,26
Matéria Orgânica	1	-0,3729x + 88,772	0,4685	-
	2	0,0263x ² - 0,9607x + 88,005	0,4963	-
	3	0,1769x ² - 2,5763x + 91,036	0,7976	7,28
Proteína bruta	2	-0,4746x + 84,956	0,2848	-
	3	0,2324x ² - 2,917x + 88,154	0,7785	6,28
Energia bruta	1	-0,2488x + 86,519	0,2500	-
	2	6,2123x ² - 81,579x + 3536,4	0,5497	6,56
	3	0,1311x ² - 1,8109x + 87,393	0,5238	-
Fibra dietética Insolúvel	1	1,0246x + 50,922	0,2907	-
	3	0,4709x ² - 4,8365x + 63,257	0,5361	5,13
Fibra dietética solúvel	1	-0,3883x + 83,977	0,1320	-
	3	0,8477x ² - 8,4001x + 74,338	0,5414	4,95
Fibra dietética total	1	0,8074x + 53,668	0,2180	-
	3	0,4858x ² - 4,9818x + 63,721	0,5495	5,13
Fósforo	3	0,4001x ² - 2,094x + 64,841	0,6396	2,62

Ao se comparar as dietas com farelo de abacaxi em relação à dieta controle, verificou-se que os CD da MS e da PB nas fases 1 e 3; o CD da MO e as matérias secas e orgânicas digestíveis nas fases 1, 2 e 3; o CD da EB e a proteína e energia digestíveis nas fases 2 e 3 das dietas A34, A68 e A102 foram menores ($P < 0,05$) do que os obtidos na dieta controle. De forma similar, os CD da FDT, FDS e FDI das

dietas A34 e A68 na fase 3; da EB e a FDS digestível na fase 2 das dietas A68 e A102 na fase 1 foram menores ($P < 0,05$) do que os observados na dieta CON.

De modo contrário, os CD da FDT e FDI, os valores digestíveis de FDT, FDI e FDS na fase 1 de todas as dietas com o farelo de abacaxi; os valores digestíveis de FDT na fase 2, FDI nas fases 2 e 3, e fósforo na fase 3, das dietas A68 e A102; o fósforo digestível da dieta A68 na fase 2; o CD do fósforo na fase 3, o fósforo digestível na fase 1 e a FDS digestível na fase 2 da dieta A102, foram superiores ($P < 0,05$) aos apresentados pelos animais alimentados com a dieta controle.

Tabela 4- Nutrientes digestíveis de dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi, consumidas por leitões desmamados, nas fases I (dos 28 aos 30 dias de idade), II (dos 41 aos 44 dias de idade) e III (dos 58 aos 60 dias de idade).

Variáveis	Fases	Dietas				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
Nutrientes digestíveis								
Matéria seca, %	1	80,3	75,7*	75,3*	73,7*	2,2	Linear	<0,0001
	2	79,5	75,8*	76,2*	72,9*	3,3	Linear	<0,0001
	3	78,8	72,0*	71,6*	72,2*	3,2	Quadrático	0,0003
Matéria orgânica, %	1	82,5	80,0*	79,7*	78,6*	1,9	Linear	<0,0001
	2	82,2	78,0*	77,9*	74,4*	3,3	Linear	<0,0001
	3	85,1	78,8*	76,8*	77,2*	2,2	Quadrático	<0,0001
Proteína, %	1	20,2	19,7	20,1	20,9	2,7	Quadrático	0,0030
	2	20,7	19,4*	18,9*	19,0*	3,7	Quadrático	<0,0001
	3	18,5	16,5*	16,5*	18,0*	2,3	Quadrático	<0,0001
Energia, kcal/kg	1	3543	3498	3487	3468	1,8	-	0,1475
	2	3590	3413*	3429*	3303*	2,4	Linear	<0,0001
	3	3549	3293*	3306*	3343*	2,0	Quadrático	<0,0001
Fibra dietética, %	1	3,5	5,8*	7,0*	9,1*	10,0	Linear	<0,0001
	2	4,6	5,4	7,5*	7,0*	19,3	Linear	<0,0001
	3	5,9	5,2	8,3*	11,3*	10,5	Quadrático	<0,0001
Fibra dietética solúvel, %	1	0,5	0,6*	0,6*	0,6*	12,0	Quadrático	0,0011
	2	0,5	0,5	0,7*	0,7*	11,2	Linear	<0,0001
	3	0,3	0,2*	0,4*	0,6*	17,8	Quadrático	<0,0001
Fibra dietética total, %	1	4,0	6,4*	7,5*	9,6*	9,6	Linear	<0,0001
	2	5,1	6,1	8,2*	7,1*	16,0	Quadrático	0,0002
	3	6,2	5,3*	8,6*	11,9*	10,5	Quadrático	<0,0001
Fósforo, %	1	0,40	0,45	0,41	0,5*	9,3	Linear	0,0018
	2	0,33	0,38*	0,36	0,34	8,9	Quadrático	0,0043
	3	0,28	0,28	0,31*	0,47*	12,0	Quadrático	<0,0001

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi.

As reduções nas digestibilidades dos diversos componentes das dietas em todas as fases podem ser explicadas pela parcial substituição de uma fonte de carboidratos altamente digestível (milho) por outra de menor digestibilidade e rica em fibra (STANOGLIAS; PEARCE, 1985). A fibra além de não ser digerida pelas enzimas

produzidas por suínos pode também prejudicar a digestibilidade dos demais componentes da dieta, por diferentes mecanismos: a diminuição no tempo de trânsito gastrointestinal, diretamente associada a fontes de fibra predominantemente insolúvel, ocasionando menor tempo para o animal digerir os alimentos adequadamente; o efeito de encapsulamento de nutrientes, isto é, a fibra pode inviabilizar o contato de enzimas digestivas com substratos solúveis que estejam diretamente ligados a ela; a fibra insolúvel pode provocar maiores perdas endógenas de nutrientes, decorrentes de maior secreção de enzimas, muco e da descamação de células no intestino delgado. Todos estes pontos podem contribuir para a piora na digestibilidade das dietas (BACK KNUDSEN et al., 2001).

Tabela 5 – Equações de predição dos nutrientes digestíveis de dietas com teores crescentes de resíduo de abacaxi, consumidas por leitões desmamados.

Variáveis	Fases	Equações	R ²	Nível ótimo
Nutrientes digestíveis				
Matéria seca, %	1	-0,5933x + 79,272	0,6650	-
	2	-0,6708x + 79,149	0,4568	-
	3	0,1901x ² - 2,4151x + 78,625	0,6655	6,35
Matéria orgânica, %	1	-0,3539x + 81,98	0,4737	-
	2	-0,8422x + 81,79	0,5236	-
	3	0,1445x ² - 2,2361x + 85,026	0,8011	7,74
Proteína, %	1	0,0284x ² - 0,2212x + 20,171	0,3900	3,89
	2	0,0283x ² - 0,4576x + 20,682	0,5722	8,08
	3	0,0731x ² - 0,7916x + 18,429	0,8403	-
Energia, kcal/kg	2	-24,576x + 3559,8	0,4658	-
	3	6,2123x ² - 81,579x + 3536,4	0,5497	6,57
Fibra dietética insolúvel, %	1	0,5315x + 3,6109	0,9145	-
	2	-0,5627x + 4,378	0,5071	-
	3	0,0774x ² - 0,2306x + 5,656	0,9048	1,49
Fibra dietética solúvel, %	1	0,0097x + 0,5617	0,4477	-
	2	0,0007x + 0,4828	0,7878	-
	3	0,0065x ² - 0,0367x + 0,2638	0,8500	2,82
Fibra dietética total, %	1	0,5265x + 4,1936	0,9038	-
	2	-0,0439x ² + 0,6812x + 4,9285	0,5704	7,76
	3	0,0839x ² - 0,268x + 5,9222	0,9055	1,6
Fósforo, %	1	0,0051x + 0,4051	0,2017	-
	2	-0,0015x ² + 0,0164x + 0,3299	0,2804	5,47
	3	0,0035x ² - 0,0173x + 0,2802	0,8563	2,47

Gomes (1996) trabalhando com diferentes teores de FDN em dietas para suínos obteve decréscimo na digestibilidade da proteína, tendo atribuído o resultado ao aumento da atividade microbiana no ceco, que seria responsável por elevada taxa de excreção fecal de proteína microbiana. Adicionalmente, de acordo com Varel e Yen (1997), a fibra insolúvel promove descamação da parede intestinal aumentando a

perda de nitrogênio, podendo acarretar em diminuição na digestibilidade da proteína bruta.

Corroborando tais resultados, Oliveira et al. (2001) usando casca de café em substituição ao milho, notou redução linear do CDPB das rações experimentais conforme o aumento de celulose por este ingrediente. Gomes et al. (2007) trabalhando com 0 e 8% de incremento de FDN na ração de suínos, observaram redução nas digestibilidades da matéria seca e energia para suínos em crescimento e terminação. Similarmente, Wilfart et al. (2007) verificaram menores coeficientes de digestibilidade das matérias seca e orgânica à medida em que aumentaram a inclusão de farelo de trigo nas dietas de suínos em crescimento, com teores de 16, 21 e 27% de fibra dietética.

Carneiro et al. (2008) avaliaram farelo de trigo e farelo de espiga de milho como fontes de fibra em dietas de leitões, e observaram que a adição do farelo de espiga de milho ocasionou prejuízos às digestibilidades da matéria orgânica, das fibras em detergente neutro, e sugeriram que isto ocorreu devido à grande presença de celulose neste ingrediente. Contrariamente, Han et al. (2005) trabalhando com diferentes concentrações (0; 0,3; 0,6; e 0,9%) de fonte de fibra insolúvel purificada (Vitacel®) em dietas para leitões desmamados, observaram que o teor de 0,3% melhorou a digestibilidade da energia.

No abate aos 35 dias de idade (Tabela 6) observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para os pesos do fígado, pâncreas, estômago e intestino delgado. Os valores estimados do farelo de abacaxi que promoveriam os maiores pesos destes órgãos encontram-se na Tabela 7. Comparando-se os animais submetidos às dietas fibrosas com os do grupo controle, observou-se o seguinte: aqueles alimentados com a dieta A102 apresentaram menor ($P < 0,05$) peso do fígado; os que receberam dieta com 3,4% do farelo tiveram maiores ($P < 0,05$) pesos de pâncreas e estômago; e os alimentados com a dieta A68 demonstraram maiores ($P < 0,05$) pesos de estômago e de intestino delgado. No abate aos 63 dias não verificou-se qualquer diferença ($P > 0,05$) entre os animais para os pesos dos órgãos.

Tabela 6- Pesos absolutos dos órgãos digestivos e não digestivos vazios, e pH do conteúdo do ceco de leitões desmamados, alimentados com dietas contendo teores crescentes de farelo de abacaxi e abatidos ao final dos períodos I (35 dias idade) e III (63 dias de idade).

Variáveis	Período	Dietas				CV(%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
Pesos absolutos, g								
Fígado	I	291,7	289,0	274,3	226,0*	10,78	Quadrático	0,04
	II	681,1	761,4	794,9	757,4	19,67	-	0,54
Pâncreas	I	18,9	25,3*	24,3	19,7	20,06	Quadrático	0,003
	II	69,4	69,4	68,0	77,1	47,07	-	0,95
Estômago	I	72,6	94,6*	96,1*	77,4	21,87	Quadrático	0,008
	II	191,1	236,9	236,0	230,9	23,74	-	0,34
Intestino delgado	I	342,7	385,1	438,1*	329,7	15,89	Quadrático	0,025
	II	1033,4	1040,9	1061,4	928,9	12,01	-	0,21
Ceco	I	22,3	28,0	29,7	21,6	25,15	-	0,07
	II	64,3	80,9	90,6	76,0	27,13	-	0,17
Cólon	I	144,1	137,4	144,0	141,1	12,82	-	0,89
	II	474,3	572,6	562,9	591,4	24,19	-	0,39
pH do conteúdo do Ceco	I	6,27	6,25	6,20	6,68	7,18	-	0,22
	II	5,91	5,87	5,73	5,94	5,13	-	0,60

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi.

Tabela 7 – Equações de predição dos pesos absolutos dos órgãos digestivos e não digestivos vazios de leitões, alimentados com dietas com teores crescentes de resíduo de abacaxi e abatidos ao final do período I (35 dias de idade).

Variáveis	Equações	R ²	Nível ótimo
Pesos absolutos, g			
Fígado	$-0,001x^2 + 0,0036x + 0,2907$	0,4773	1,8
Pâncreas	$-0,0002x^2 + 0,0024x + 0,0191$	0,3024	6,0
Estômago	$-0,0009x^2 + 0,0093x + 0,0726$	0,2565	5,2
Intestino delgado	$-0,0032x^2 + 0,0334x + 0,3342$	0,3143	5,2
Variáveis	Equações	R ²	Nível ótimo
Pesos absolutos, g			
Fígado	$-0,001x^2 + 0,0036x + 0,2907$	0,4773	1,8
Pâncreas	$-0,0002x^2 + 0,0024x + 0,0191$	0,3024	6,0
Estômago	$-0,0009x^2 + 0,0093x + 0,0726$	0,2565	5,2
Intestino delgado	$-0,0032x^2 + 0,0334x + 0,3342$	0,3143	5,2

Os resultados do presente trabalho diferiram dos encontrados anteriormente por Marujo (2013), que trabalhou com diferentes teores (0,0; 1,5; 3,0 ou 4,5%) de celulose purificada em dietas para leitões, não tendo verificado diferenças nos pesos do estômago, ID, cólon, pâncreas e peso total do TGI+pâncreas+fígado de leitões abatidos com 35 dias de vida. Além disto, o mesmo autor observou redução linear no peso do pâncreas no abate aos 50 dias, o que atribuiu ao menor tempo de trânsito gastrintestinal ocasionado pela dieta com mais celulose. Estas diferenças provavelmente se devem ao fato das quantidades de fibra adicionada às dietas, que

no presente estudo foram maiores do que as empregadas no trabalho de Marujo (2013), além das fontes de fibras também terem sido diferentes.

No abate realizado quando os animais atingiram os 63 dias de idade não foi encontrada diferença ($P > 0,05$) nos pesos dos órgãos, provavelmente pelo fato de os animais já estarem adaptados à dieta contendo fibra. De acordo com Marujo (2013), com o desenvolvimento dos animais eles tornam-se mais tolerantes à presença de fibra na ração, e quando mais jovens, ainda não apresentam seus órgãos totalmente desenvolvidos.

Os leitões podem adaptar-se a dietas ricas em fibra, aumentando a capacidade dos órgãos do trato gastrintestinal (FREIRE et al., 2000). Corroborando tal informação, Gomes et al. (2006) encontraram aumento no peso do estômago vazio em leitões alimentados com dietas contendo incremento de 8% de FDN. Seguindo a mesma linha, Gerritsen et al. (2012) verificaram que leitões recém-desmamados alimentados com dietas com inclusão de fibra insolúvel apresentaram aumento no peso do estômago quando comparados com leitões que não receberam este tipo de fibra. Porém, os autores não perceberam aumento nos intestinos.

Pond et al. (1998) não observaram efeito de dieta com 26% FDN sobre o peso do estômago vazio, intestino delgado, ceco, colo e fígado de suínos em fase de crescimento. Há que se destacar alguns fatores que podem ter interferido nos resultados: a qualidade da fibra empregada, se mais ou menos fermentescível, e a concentração de fibra na dieta dos animais utilizados (GOMES et al., 2006).

Não houve efeito ($P > 0,05$) para os valores do pH do conteúdo do ceco em nenhum período avaliado (Tabela 6). Tal fato está de acordo com os achados de Hanczakowska et al. (2008), que avaliaram concentrações de celulose purificada nas dietas de leitões, e não observaram diferenças nos valores do pH do conteúdo do ceco. Pascoal et al. (2012), avaliando dietas com celulose purificada, casca de soja ou polpa cítrica, também não encontraram diminuição no pH do conteúdo do ceco, quando comparadas com a dieta controle.

Esses resultados diferem dos encontrados por Högberg e Lindberg (2004) que avaliaram rações com alta e baixa concentração de fibra dietética e verificaram valores mais baixos no pH do ceco de leitões alimentados com dietas contendo alto teor de fibra, concluindo que a fibra dietética serviu como substrato para fermentação microbiana, com produção de AGCC e conseqüente redução do pH. Tais diferenças podem ser devido às diferentes fontes de fibra utilizadas, pois distintos tipos de fibras

são mais ou menos susceptíveis à fermentação e produção de AGCC, provocando ou não alterações no pH do conteúdo cecal (WENK, 2001).

Para o TTGI houve redução linear ($P < 0,05$) em função do aumento na inclusão de farelo de abacaxi às dietas apenas no período I (Tabela 8). A equação de predição encontra-se na Tabela 9.

Tabela 8- Tempo de trânsito gastrointestinal da digesta de leitões desmamados, alimentados com dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi, nos períodos I (aos 31 dias de idade), II (aos 45 dias de idade) e III (aos 61 dias de idade).

Variável	Períodos	Dietas				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
Tempo de trânsito gastrointestinal da digesta, min	I	557,8	481,6	510,1	429,4*	14,8	Linear	0,0078
	II	536,8	559,4	492,9	496,4	22,9	-	0,34
	III	649,1	579,0	588,7	670,1	16,4	-	0,29

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi.

Tabela 9 – Equações de predição Tempo de trânsito gastrointestinal (TTGI), de leitões alimentados com dietas de teores crescentes de resíduo de abacaxi.

Variável	Equação	R ²
Tempo de trânsito gastrointestinal da digesta, min	$-9,4665x + 547,01$	0,2431

O tempo de trânsito gastrointestinal relaciona-se aos tipos e teores de fibra na dieta, além de outras características físicas do alimento, como tamanho da partícula, a quantidade de fibra ingerida e ao peso do animal (CASTRO JÚNIOR et al., 2005). Os resultados observados no período I concordaram com os de Stagonias e Pearce (1985), que verificaram tendência à rápida taxa de passagem da digesta em animais alimentados com teores crescentes de fibra em detergente neutro (FDN).

De forma similar, Freire et al. (2000), utilizando fontes de fibras distintas (farelo de trigo, polpa de beterraba, casca de soja e farelo de alfafa) para leitões recém-desmamados, observaram diminuição do TTGI dos animais alimentados com farelo de alfafa, e relacionaram esse resultado à presença de grande quantidade de fibra insolúvel no ingrediente. Marujo (2013) ao aumentar os teores de celulose purificada nas dietas de leitões desmamados também observou diminuição linear do TTGI.

De forma contrária, nos períodos II e III não verificou-se diferenças ($P > 0,05$) no TTGI dos animais, de modo semelhante aos achados de Pascoal et al. (2012), que não observaram influência no TTGI pela inclusão de diferentes fontes de fibra nas dietas de leitões desmamados.

Os resultados das variáveis de morfologia intestinal encontram-se na Tabela 10. No abate realizado aos 35 dias, verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para PC, AV:PC, e CC no duodeno; PC, LV e CC no jejuno; AV, AV:PC e LV no ceco. A AV no jejuno diminuiu linearmente ($P < 0,05$) e a PC no ceco aumentou de modo linear em decorrência do aumento no teor de fibra das dietas. As equações de predição encontram-se na Tabela 11.

Comparando-se os grupos de leitões que receberam as dietas com farelo de abacaxi com os animais do grupo controle, verificou-se que no duodeno e jejuno a PC, AV:PC e CC dos animais alimentados com a dieta A68 diferiram ($P < 0,05$) dos animais alimentados com a dieta sem o farelo de abacaxi. As AV, PC e LV dos animais que consumiram a dieta A102 foram menores ($P < 0,05$) do que as dos suínos controle.

Para as avaliações efetuadas no ceco verificou-se que todos os animais alimentados com as dietas com farelo de abacaxi apresentaram valores de LV superiores ($P < 0,05$) aos dos suínos controle e que as relações AV:PC, dos leitões A68 e A102, a PC dos animais A102 e AV dos A68 diferiram ($P < 0,05$) dos animais do grupo controle. Cabe ressaltar que, com exceção da LV, em nenhuma das demais variáveis observou-se diferenças entre os animais A34 e os do grupo controle no abate de 35 dias.

Os resultados desta pesquisa diferiram dos encontrados anteriormente por Ramos et al. (2011), que observaram que o uso de ingredientes fibrosos nas dietas ocasionou redução na altura das vilosidades do duodeno e conseqüente diminuição na relação AV:PC. Por outro lado, os resultados descritos neste trabalho estão de acordo com os encontrados por Pascoal et al. (2012), que observaram maior número de células caliciformes no duodeno de leitões alimentados com dieta contendo casca de soja em relação à dieta controle. O número de células caliciformes no intestino delgado aumenta com o desmame, devido às mudanças na mucosa, considerando que elas possuem a função de proteção ao epitélio por meio da produção de mucina (BROWN et al., 1998).

Tabela 10- Altura das vilosidades (AV), profundidade das criptas (PC), relação AV:PC, número de células caliciformes (CC), no duodeno, jejuno e ceco de leitões alimentados com dietas contendo teores crescentes de farelo de abacaxi e abatidos ao final dos períodos I (35 dias de idade) e III (63 dias de idade).

Variáveis	Período	Dietas Experimentais				CV (%)	Efeito	P
		CON	A34	A68	A102			
Altura de vilosidades, μm								
Duodeno	I	689,36	609,84	616,87	632,40	12,52	-	0,27
	III	711,27	732,28	661,41	745,89	16,01	-	0,54
Jejuno	I	708,15	645,99	635,60	541,16*	10,68	Linear	0,0021
	III	779,86	482,58*	771,32	460,15*	1,74	Linear	0,0001
Ceco	I	402,57	376,54	540,23*	379,76	7,70	Quadrático	<0,000
	III	667,43	429,02*	622,99*	605,12*	1,93	Quadrático	<0,000
Profundidade de criptas, μm								
Duodeno	I	253,24	260,29	212,81*	280,83	8,17	Quadrático	<0,000
	III	346,09	305,68	341,92	335,88	9,32	-	0,10
Jejuno	I	289,33	276,90	309,81	232,20*	13,76	Quadrático	0,01
	III	348,27	285,84*	275,76*	323,87*	5,65	Quadrático	0,0001
Ceco	I	229,50	230,34	241,48	267,03*	9,04	Linear	0,02
	III	255,98	226,98*	267,10	275,37*	3,65	Quadrático	0,0001
Relação AV:PC								
Duodeno	I	2,73	2,42	2,96*	2,24	15,15	Quadrático	0,01
	III	2,14	2,43*	1,95	2,24	9,69	Linear	0,0046
Jejuno	I	2,51	2,34	2,07	2,41	16,29	-	0,19
	III	2,26	1,69*	2,81*	1,43*	5,49	Quadrático	0,0001
Ceco	I	1,77	1,64	2,15*	1,37*	9,69	Quadrático	<0,000
	III	2,60	1,85*	2,32*	2,19*	4,12	Quadrático	<0,000
Largura de vilosidades, μm								
Duodeno	I	334,56	305,89	378,25	373,75	23,66	-	0,33
	III	428,58	455,78	477,93	444,42	23,71	-	0,9
Jejuno	I	392,33	338,36	351,16	186,11*	27,66	Quadrático	0,01
	III	337,71	262,83	260,59	340,85	22,80	-	0,6
Ceco	I	213,45	267,68*	299,57*	273,42*	8,14	Quadrático	<0,000
	III	355,22	258,90*	396,57*	367,02*	1,21	Quadrático	<0,000
Número de células								
Duodeno	I	109,88	142,31	183,65*	93,56	26,91	Quadrático	0,0009
	III	155,93	162,86	82,30*	168,91	32,81	Quadrático	0,0090
Jejuno	I	106,90	107,36	153,15*	123,29	9,83	Quadrático	<0,000
	III	109,67	98,89*	66,71*	127,81*	0,14	Quadrático	<0,000
Ceco	I	60,21	54,06	64,93	67,12	34,72	-	0,68
	III	44,35	53,90	36,44	48,17	44,70	-	0,46

*Diferente em relação ao controle pelo teste de Dunnett (5%).

CON- Dieta controle; A34- 3,4% de farelo de abacaxi; A68- 6,8% de farelo de abacaxi; A102- 10,2% de farelo de abacaxi.

Tabela 11 – Equações de predição da altura das vilosidades (AV), profundidade das criptas (PC), relação AV:PC, número de células caliciformes (CC), no duodeno, jejuno e ceco de leitões alimentados com dietas com teores crescentes de farelo de abacaxi.

Variáveis	Período	Equações	R ²	Nível ótimo
Altura de vilosidades, µm				
Jejuno	I	$-14,934x + 709,26$	0,2249	-
	III	$-19,65x + 724,19$	0,1914	-
Ceco	I	$-2,8979x^2 + 32,556x + 376,67$	0,0492	5,62
	III	$4,6067x^2 - 47,251x + 634,56$	0,0975	5,13
Profundidade de criptas, µm				
Duodeno	I	$1,3034x^2 - 12,369x + 261,78$	0,0819	4,74
Jejuno	I	$-1,3848x^2 + 10,2x + 281,52$	0,1636	3,68
	III	$2,3445x^2 - 26,553x + 348,46$	0,5557	5,66
Ceco	I	$3,6177x + 223,55$	0,2184	-
	III	$0,7732x^2 - 5,0991x + 250,81$	0,0907	3,30
Relação AV:PC				
Duodeno	I	$-0,0089x^2 + 0,0645x + 2,6207$	0,085	3,62
	III	$-0,0048x + 2,2161$	0,0025	-
Jejuno	III	$-0,0175x^2 + 0,14x + 2,0496$	0,1743	4,00
Ceco	I	$-0,0136x^2 + 0,1195x + 1,6772$	0,0666	4,39
	III	$0,0129x^2 - 0,156x + 2,509$	0,1497	6,05
Largura de vilosidades, µm				
Jejuno	I	$-2,3864x^2 + 8,1157x + 367,2$	0,3385	1,70
Ceco	I	$-1,7169x^2 + 23,839x + 211,7$	0,1522	6,94
	III	$1,3652x^2 - 9,0357x + 334,8$	0,0752	3,31
Número de células caliciformes				
Duodeno	I	$-2,6046x^2 + 26,568x + 102,91$	0,3456	6,02
	III	$1,7116x^2 - 18,804x + 168,74$	0,0981	5,49
Jejuno	I	$-0,6583x^2 + 9,5326x + 100,79$	0,2299	7,24
	III	$1,5299x^2 - 15,084x + 115,39$	0,2145	4,92

No abate aos 63 dias observou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) para CC no duodeno; PC, AV:PC e CC no jejuno; AV, PC, AV:PC e LV no ceco. Houve reduções lineares ($P < 0,05$) da AV:PC do duodeno e da AV no jejuno em razão do aumento da inclusão de farelo de abacaxi nas dietas.

No duodeno, a relação AV:PC observada nos leitões A34 foi maior ($P < 0,05$) e a CC dos suínos alimentados com a dieta A68 foi menor ($P < 0,05$) do que a dos animais controle. No jejuno, os suínos submetidos a dieta controle diferiram ($P < 0,05$) para AV, PC, AV:PC, LV e CC em relação aos do grupo A34; para PC, AV:PC e CC, comparativamente aos da dieta A68; assim como para AV, PC, AV:PC e CC, dos animais A102. No ceco, as variáveis AV, AV:PC e LV de todos os animais que receberam dietas com farelo de abacaxi diferiram ($P < 0,05$) das observadas nos leitões controle. A PC verificada nos grupos A34 e A102 também diferiram ($P < 0,05$) do que se observou nos animais controle.

Considerando que a profundidade da cripta é um indicativo da capacidade compensatória das células epiteliais, devido à maior agressão à estrutura da mucosa intestinal (ARAÚJO et al., 2006), o farelo de abacaxi aqui estudado não ocasionou prejuízos. Com exceção da PC no ceco dos animais A102 no segundo abate, não houve aumento na PC nos demais órgãos decorrente do consumo das dietas com o farelo.

4 CONCLUSÃO

O farelo de abacaxi nas dietas de leitões desmamados ocasionou diminuição na digestibilidade de alguns nutrientes e no tempo de trânsito gastrintestinal na fase 1. Contudo, não observou-se aumentos significativos nos pesos dos órgãos gastrintestinais e danos a estrutura da mucosa intestinal dos animais.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2014: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP, 2013. 463 p.
- ADEOLA, O. Digestion and balance techniques in pigs. IN: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. (Ed.). **Swine nutrition**. 2. ed. Boca Raton: CRC, 2001. p. 903-916.
- ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; LOPES, E. L.; ARAÚJO, C. S. S.; ORTOLAN, J. H.; LAURENTIZ, A. C. Utilização de levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) para leitões na fase inicial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 156-1581, 2006.
- AROUCA, C. L. C.; MACIEL, M. P.; AIURA, F. S.; BARBOSA, M. M.; BOTELHO, L. F. R.; PEREIRA, F. M.; PEREIRA, F. M. Desempenho, morfometria de órgãos e histologia intestinal de suínos na fase de terminação tardia alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 4, p. 1074-1083, 2012.
- BACK KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of dietary fiber analyses. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 3, p. 3-20, 2001.
- BROWN, P. J.; MILLER, B. G.; STOKES, C. R.; BLAZQUEZ, N. B.; BOURNE, D. J. Histochemistry of mucins of pig intestinal secretory epithelial cells before and after weaning. **Journal Comparative Pathology**, Oklahoma, v. 8, n. 3, p. 313-323, 1998.
- BUDIÑO, F. E. L.; CASTRO JÚNIOR, F. G.; OTSUK, I. P. Adição de frutoligossacarídeo em dietas para leitões desmamados: desempenho, incidência de diarreia e metabolismo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2187-2193, 2010.
- CARNEIRO, M. S. C.; LORDELLO, M. M.; CUNHA, L. F.; FREIRE, J. P. B. Effects of dietary fibre source and enzyme supplementation on fecal apparent digestibility, short chain fatty acid production and activity of bacterial enzymes in the gut of piglet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 2, p. 124-136, 2008.
- CASTRO JÚNIOR, F. G.; CAMARGO, J. C. M. G.; BUDIÑO, F. E. L. Fibra na alimentação de suínos. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 3, p. 265-280, 2005.

EVERITT, B. S. **The Cambridge dictionary of statistics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

FREIRE, J. P. B.; A. J. G. GUERREIRO, L. F.; CUNHA, AUMAITRE, A. Effect of dietary fiber source on total tract digestibility, cecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 87, n. 2, p. 71–83, 2000.

GERRITSEN, R.; VAN DER AAR, P.; MOLIST, F. Insoluble non starch polysaccharides in diets for weaned piglets. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 90, n. 4, p. 318-320, 2012.

GOMES, J. D. F.; FUKUSHIMA, R. S.; PUTRINO, S. M.; GROSSKLAUS, C.; LIMA, G. J. M. M. Efeitos do incremento de fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of animal Science**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 202-209, 2006.

GOMES, J. D. F. **Efeitos do incremento de fibra em detergente neutro sobre parâmetros de desempenho, de digestibilidade dos componentes dietéticos e da morfologia intestinal de marrãs**. 1996 Tese (Doutorado em zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Botucatu, 1996.

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

HAN, Y. K; HAN, K. Y.; LEE, J. H. Effects of insoluble dietary fiber supplementation on the performance and digestibility of weaning pigs. **Journal of Animal Science and Technology**, Cambridge, v. 47, n. 4, p. 565-572, 2005.

HANCZAKOWSKA, E.; SWIATKIEWICZ, M.; BIALECKA, A. Pure cellulose as a feed supplement for piglets. **Medycyna Weterynaria**, Lublin, v. 64, n. 1 p. 45-48, 2008.

HÖGBERG, A.; LINDBERG, J.E. Influence of cereal non-starch polysaccharides and enzyme supplementation on digestion site and gut environment in weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 113-128, 2004.

MARUJO, M. V. **Celulose em dietas para leitões recém-desmamados**. 2013. 64 f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista- UNESP, Jaboticabal, 2013.

MATEOS, G. G.; MARTIN, F.; LATORRE, M. A.; VICENTE, B.; LÁZARO, R. Inclusion of oat hulls in diets for young pigs based on cooked maize or cooked rice. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 82, n. 2 p. 57-63, 2006.

MOLIST, F.; GOMES DE SEGURA, A.; GASA, A.; HERMES, R. G.; MAMZANILLA, E. G.; ANGUITA, M.; PÉREZ, J. F. Effects of the insoluble and soluble dietary fiber on the physicochemical properties of digesta and microbial activity in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 149, n. 1, p. 346-353, 2009.

MOLIST, F.; MAMZANILLA, E. G.; PÉREZI, J. F.; NYACHOTI, C. M. Coarse, but not finely ground, dietary fiber increases intestinal Firmicutes: Bacteroidetes ratio and reduces diarrhea induce by experimental infection in piglets. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 108, n. 2, p. 1-7, 2011.

NABUURS, M. J. A. Morphological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pigs News and Information**, França, v. 16, n. 3, p. 93-97, 1995.

NYACHOTI, C.M.; DE LANGE, C.F.M.; McBRIDE, B.W. et al. Significance of endogenous gut nitrogen losses in the nutrition of growing pigs: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 77, n. 2, p. 149-163, 1997.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E. T.; LIMA, J. A. F.; OLIVEIRA, A. I. G.; FREITAS, R. T. F. Substituição de milho por casca de café em rações isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 424-436, 2001.

PASCOAL, L. A. F.; THOMAZ, M. C.; WATANABE, P. H.; RUIZ, U. S.; EZEQUIEL, J. M. B.; AMORIM, E. D.; MASSON, G. C. I.; Fiber sources in diets for newly weaned piglets. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 636-642, 2012.

PLUSKE, J. R. ; BLACK, B.; PETHICK, D. W.; MULLAN, B. P.; HAMPSON, D. J. Effects of different source and levels of dietary fiber in diets on performance, digesta characteristics and antibiotic treatment of pigs after weaning. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 129-142, 2003.

POND, W. G.; JUNG, H. G.; VAREL, V. H. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weight and digesta content. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 66, n.3, p. 699-706, 1988.

RAMOS, L. S. N.; LOPES, J. B.; SILVA, S. M. M. S.; SILVA, F. E. S. RIBEIRO, M. N. Desempenho e histomorfometria intestinal de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade recebendo melhoradores de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1738-1744, 2011.

STAGONIAS, G.; PEARCE, G. R. The digestion of fiber by pigs. The effects of amount and type of fiber on apparent digestibility, nitrogen balance and rate of passage. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 53, n. 3, p. 513-530, 1985.

STEIN C. The control of pain in peripheral tissue by opioids. **New England Journal of Medicine**: Waltham, v.332, n. 4, p. 85-90, 1995.

VAREL, V.H.; YEN, J.T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 75, p. 2715-2722, 1997.

VAN KEULEN, J.; YOUNG, B. A. Evaluation of acid-insoluble ash as natural marker in ruminant digestibility studies. **Journal Science**, Champaign, v. 44, n. 2, p. 282-287, 1977.

VASCONCELOS, T. S. **Farelo de abacaxi em programa de restrição alimentar qualitativa para suínos pesados**. 2014. 52 f. Tese (Mestrado em Ciência e tecnologia animal) – Faculdade de zootecnia, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Dracena, 2014.

WILFART, A.; MONTAGNE, L.; SIMMINS, P. H.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. Sites of nutrient digestion in growing pigs: Effect of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, Cambridge, v. 85, n. 3, p. 976-983, 2007.

WENK, C. The role of dietary fiber in the digestive physiology of the pig. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam. v. 90, n. 2, p. 21-33, 2001.