



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

RESÍDUO DO ABACAXI E DA MANGA NA RESTRIÇÃO
ALIMENTAR QUALITATIVA EM DIETAS DE SUINOS EM
TERMINAÇÃO

APARECIDA DA COSTA OLIVEIRA

AREIA – PB
AGOSTO DE 2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**RESÍDUO DO ABACAXI E DA MANGA NA RESTRIÇÃO
ALIMENTAR QUALITATIVA EM DIETAS DE SUINOS EM
TERMINAÇÃO**

APARECIDA DA COSTA OLIVEIRA
Mestre em Zootecnia

**AREIA – PB
AGOSTO DE 2015**

APARECIDA DA COSTA OLIVEIRA

**RESÍDUO DO ABACAXI E DA MANGA NA RESTRIÇÃO
ALIMENTAR QUALITATIVA EM DIETAS DE SUINOS EM
TERMINAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de
Doutorado Integrado em Zootecnia
da Universidade Federal da Paraíba,
Universidade Federal Rural de
Pernambuco e Universidade Federal
do Ceará como requisito parcial para
obtenção do título de Doutor em
Zootecnia.

Comitê de Orientação:

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

Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal

Prof^a. Dr^a. Patrícia Emilia Naves Givisiez

AREIA – PB

AGOSTO DE 2015

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

O48r Oliveira, Aparecida da Costa.
Resíduo do abacaxi e da manga na restrição alimentar qualitativa em dietas de
suínos em terminação. / Aparecida da Costa Oliveira. - Areia: UFPB/CCA, 2015.
104 f.

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
Federal da Paraíba, Areia, 2015.

Bibliografia.

Orientadora: Terezinha Domiciano Dantas Martins.

Coorientadores: Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, Patrícia Emilia Naves
Givisiez

1. Suinocultura 2. Suínos pesados - dieta 3. Análise sensorial I. Martins, Terezinha
Domiciano Dantas (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.4(043.2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC – UFRPE

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “Resíduo do abacaxi e da manga na restrição alimentar qualitativa em dietas de suínos em terminação”

AUTORA: Aparecida da Costa Oliveira

ORIENTADOR: Profa. Dra. Terezinha Domiciano Dantas Martins

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Profa. Dra. Terezinha Domiciano Dantas Martins
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
Examinadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco


Prof. Dr. Faviano Ricelli da Costa e Moreira
Examinador
Instituto Federal do Rio Grande do Norte


Prof. Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz
Examinador
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 21 de agosto de 2015

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

APARECIDA DA COSTA OLIVEIRA – Filha de Miguel Thomaz de Oliveira e Cleusa da Costa Oliveira, nasceu na cidade de Pérola, no estado do Paraná. Graduiu-se em Zootecnia na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Marechal Cândido Rondon, no período de 2005 a 2009. Em 2012 obteve-se o título de Mestre em Produção e Nutrição Animal pelo Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Zootecnia - Nível Mestrado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Marechal Cândido Rondon. Em março de 2012 iniciou o Doutorado no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ) da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará, concluindo em agosto de 2015, após defesa, julgamento e aprovação da tese.

EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.
Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos,
no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

Aos meus pais,
Miguel Thomaz de Oliveira (*in memorian*) e Cleusa da Costa Oliveira
DEDICO

Aos meus irmãos
Sirlene da Costa Oliveira, Jean Paulo da Costa Barroso (*in memorian*)
Claudia da Costa Barroso e Joan Carlos da Costa Barroso
Ao meu noivo,
Thiago José Orssato
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, cuja presença em minha vida é primordial para ultrapassar os obstáculos.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de concluir o Doutorado.

À Universidade Federal da Paraíba e ao Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, por proporcionar condições de realização dos experimentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoas de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

A orientadora Profa. Dra. Terezinha Domiciano Dantas Martins, pela valiosa orientação, a confiança, o incentivo, os ensinamentos, a amizade consolidada, os conselhos e apoio em todos os momentos.

Aos professores Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal e Dra. Patrícia Emilia Naves Givisiez, pela co-orientação e pelos ensinamentos repassados durante este trabalho.

Aos professores examinadores, Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, Dr. Faviano Ricelli da Costa e Moreira, Dr. Ricardo Romão Guerra, Dr. George Rodrigo Beltrão da Cruz, pela atenção e as valiosas contribuições dedicadas a este trabalho.

Aos professores Ana Alix Mendes de Almeida Oliveira, Severino Gonzaga Neto, Edilson Paes Saraiva, Fernando Guilherme Perazzo Costa, José Jordão Filho, Edvaldo Mesquita Beltrão Filho, pela colaboração.

Aos amigos e irmãos, Jorge Luiz Santos de Almeida, Alex Ferreira Pinto, Cristyan Alex Paz da Silva, Débora Cristiane Freitag e Sheila Cordeiro da Silva Matte, pela presença em minha vida, por estarem sempre ao meu lado, força, amizade sincera e lealdade.

Aos amigos Mayara Andressa Sabedot, Paula Frassinetti Medeiros de Paulo, Hilderlande Florêncio da Silva, Jakeline Florêncio da Silva, Carla Giselly de Souza, Gilson Mendes Araújo, Vinícius de França Carvalho Fonsêca, João Nobrega, por estarem sempre juntos na luta e as palavras amigas nos momentos difíceis.

Aos discentes do setor de suínos do CCHSA/Bananeiras – PB, Jorge Luiz Santos de Almeida, Alex Ferreira Pinto, Cristyan Alex Paz da Silva, Gilson Mendes Araújo, Fábio Paulo Cardoso, Rafael Roberto da Silva, Pedro Vinicius Amorim Sales, José Pedro Soares da Silva, Givanildo Jacinto dos Santos Filho, Izaque Salviano Gomes, Alex Marques de Lima, Dayanna Medeiros da Costa, Naijany Aparecida Pacheco de Sousa, Walter Francisco da Silva, Flávio Gomes Fernandes, David Rwbystanne Pereira da Silva, Lucas Matheus Carvalho Ribeiro Alves, José Wellington de Barros Cordeiro, pela presença em minha vida, força e colaboração.

Aos colegas Edjane Soares Carneiro, Isa Maria YPla Pinto, Felipe Bonifacio da Silva, Tássio Fernando Ferreira de Brito, Jazielly Nascimento da Rocha, Martins Guimarães, Mariany Souza de Brito, Elton Roger Alves de Oliveira, Emanuela Lima de Oliveira Galindo, Marcos Antônio Sinésio da Silva, Eudes Fernando Alves da Silva, Ana Clarisse Dias da Silva, pela colaboração.

A todos os funcionários do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias (CCHSA/UFPB) - Bananeiras, que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento do trabalho.

A família do senhor Sebastião Florêncio da Silva e Maria Helena Florêncio da Silva, pelo acolhimento fraterno em sua casa, pela presença em minha vida, por não medirem esforços em ajudar e pela valiosa amizade consolidada. A família do João Batista de Almeida e Rosinete dos Santos Almeida, pela amizade e colaboração.

Agradeço de maneira especial ao meu noivo Thiago José Orssato, aos meus irmãos Sirlene da Costa Oliveira, Jean Paulo da Costa Barroso (*in memorian*), Claudia da Costa Barroso e Joan Carlos da Costa Barroso, e aos meus pais Miguel Thomaz de Oliveira (*in memorian*) e Cleusa da Costa Oliveira, pelo amor dedicado e apoio em todas as horas.

Aos meus cunhados Aldino Wandscheer e Adolfo Cardoso, pelo apoio em todas as horas.

Aos meus sogros Antoninho Orssato e Leonir Fátima Ruffato Orssato, pelo apoio e carinho.

A todas as pessoas que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a realização deste trabalho.

A TODOS VOCÊS MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS.

SUMÁRIO

	Página
EPÍGRAFE	7
AGRADECIMENTOS.....	9
LISTA DE TABELAS	13
RESUMO GERAL	15
ABSTRACT	16
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	17
CAPÍTULO I	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1 Nutrição e deposições proteica e lipídica em suínos.....	20
2.2 Caracterização dos carboidratos.....	21
2.3 Definição de fibra dietética	23
2.4 Restrição energética associada a fontes de fibra dietética sobre a digestibilidade e desempenho de suínos.....	24
2.5 Restrição energética associada à fibra dietética sobre as características da carcaça suínas.....	27
2.6 Produção e caracterização da composição química de subprodutos obtidos do processamento do abacaxi e da manga.....	30
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
CAPÍTULO II	42
RESUMO	43
ABSTRACT	44
1 INTRODUÇÃO	45
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.1 Aquisição e processamento do resíduo do abacaxi e da manga.....	47
2.2 Ensaio biológico e metabólico	48
2.3 Desempenho.....	49
2.3.2 Peso relativo dos órgãos em relação ao peso vivo final.....	53
2.3.3 Estudos morfométricos.....	53

2.3.4 Análise econômica	54
2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	55
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4 CONCLUSÕES	68
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
CAPÍTULO III.....	77
RESUMO	78
ABSTRACT	79
1 INTRODUÇÃO	80
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	81
2.1 Instalações, animais e dietas experimentais	81
2.2 Manejo e abate dos animais	84
2.3 Características quantitativas das carcaças	85
2.4 Análises físico-químicas da carne suína	86
2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	89
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	90
4 CONCLUSÕES	96
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS	104

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I

- Tabela 1** - Produção de resíduo de frutas provenientes do beneficiamento industrial...31
Tabela 2 - Valores médios da composição química e energética do farelo de resíduo do processamento do abacaxi e da manga.....32

CAPÍTULO II

- Tabela 1** - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar para suínos dos 70 aos 100 kg.....51
Tabela 2 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar qualitativa para suínos dos 100 aos 120 kg.....52
Tabela 3 - Composição química e energética (CQE), coeficientes de digestibilidade (CD), nutrientes e energia digestível (NED) e energia metabolizável aparente (EMA) do farelo de resíduo do processamento do abacaxi..... 57
Tabela 4 - Composição aminoacídica dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga.....61
Tabela 5 - Valores médios e coeficiente de variação (CV), obtidos para os coeficientes de digestibilidade e disponibilidade de rações com diferentes níveis de restrição alimentar energética para suínos com $87 \pm 3,00$ kg de peso.....62
Tabela 6 - Valores médios e coeficiente de variação (CV), obtidos para os coeficientes de digestibilidade e disponibilidade de rações com diferentes níveis de restrição alimentar energética para suínos com $118,29 \pm 6,21$ kg de peso..... 63
Tabela 7 - Valores médios das variáveis de desempenho, consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) em suínos submetidos à restrição alimentar.....64
Tabela 8 - Efeito da restrição dos 70 aos 130 kg sobre o peso relativo do estômago, intestino delgado (ID), ceco, cólon, fígado, pâncreas e vesícula biliar de suínos..... 66
Tabela 9 - Efeito da restrição alimentar sobre altura de vilo (AV), profundidade de cripta (PC), espessura da mucosa (EM) e relação vilo:cripta (RVC) do duodeno de suínos.....67
Tabela 10 - Peso inicial, peso final, custo do farelo (CF), custo de ração (CR1, R\$/kg), custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR2), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de suínos..... 68

CAPÍTULO III

Tabela 1 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar para suínos dos 70 aos 100 kg.....	83
Tabela 2 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar qualitativa para suínos dos 100 aos 120 kg.....	84
Tabela 3 - Níveis de restrição alimentar sobre o peso final (PF), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), perda de peso no resfriamento (PPR), rendimento de carcaça (RC), rendimento de carne na carcaça fria (RCCF), quantidade da carne na carcaça (QCar), comprimento da carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), espessura de toucinho média (ETM), profundidade do <i>longissimus dorsi</i> (PLD), área de olho do lombo (AOL) e relação lombo carcaça (L/C).....	90
Tabela 4 - Rendimento dos principais cortes cárneos de suínos submetidos à restrição alimentar.....	92
Tabela 5 - Características qualitativas do músculo <i>Longissimus Dorsi</i> de suínos com elevado peso ao abate, recebendo diferentes níveis de restrição alimentar qualitativa.....	93
Tabela 6 - Valores médios das análises de composição centesimal do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos com elevado peso ao abate submetido à restrição alimentar qualitativa.....	94
Tabela 7 - Análise sensorial da carne de suínos com elevado peso ao abate, submetidos à restrição alimentar qualitativa associada ao fornecimento do farelo de abacaxi e manga.....	96

RESÍDUO DO ABACAXI E DA MANGA NA RESTRIÇÃO ALIMENTAR QUALITATIVA EM DIETAS DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO GERAL

Foram realizados dois experimentos para avaliar os farelos dos resíduos do abacaxi e da manga na restrição alimentar qualitativa em dietas de suínos em terminação. No experimento de avaliação biológica e metabólica, foram utilizados 18 suínos machos castrados da linhagem Agrocere, com peso médio inicial de $70,00 \pm 2,6$ kg. Os farelos dos resíduos do abacaxi e da manga apresentaram 734,39 e 1284,17 kcal de energia digestível/kg, 509,16 e 1119,43 kcal de energia metabolizável, 2,61 e 5,53% de proteína digestível, 40,80 e 24,22 de fibra em detergente neutro digestível e 6,63 e 9,01 de fibra em detergente ácido digestível, respectivamente, indicando a sua potencialidade de serem usados em programas de restrição alimentar qualitativa. No segundo experimento foram utilizados 30 suínos machos castrados, da linhagem comercial Dalland, com peso médio inicial de $74,48 \pm 2,81$ kg recebendo rações restritivas em níveis de 0, 10 e 20% da energia dietética com uso dos farelos dos resíduos do abacaxi e da manga, sendo avaliados quanto ao desempenho, a digestibilidade e viabilidade econômica das dietas. Após o abate ($135,72 \pm 7,20$ kg) foram avaliadas as características quantitativas da carcaça, o peso dos órgãos do sistema digestório, a análise histológica do intestino delgado e a qualidade da carne. Os animais alimentados com os farelos tiveram respostas adaptativas, como aumento dos pesos dos órgãos do sistema digestório e alteração na altura de vilosidade, espessura da mucosa e relação vilo:cripta. Quanto às demais variáveis analisadas os farelos dos resíduos do abacaxi e da manga podem ser utilizados em níveis de até 10% de restrição energética, desde que, observado a viabilidade econômica destes ingredientes.

Palavras-chave: análise sensorial, energia metabolizável, nutriente digestível, restrição energética, suíno pesado

PINEAPPLE AND MANGO WASTE ON QUALITATIVE FOOD RESTRICTION IN SWINE TERMINATION DIETS

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the pineapple and mango waste on qualitative food restriction in swine termination diets. In the biological and metabolic evaluation experiment, eighteen castrated Agroceres lineage male pigs were used, with average weight of 70.00 ± 2.6 kg. The pineapple and mango bran waste had 734.39 and 1284.17 kcal of digestible energy, 509.16 and 1119.43 kcal of metabolizable energy, 2.61 and 5.53% of digestible protein and 40.80, 24.22% of digestible neutral fiber detergent and 6.63 and 9.01 of digestible acid fiber detergent, respectively. Indicating its potential to be used in qualitative feed restriction programs. In the second experiment were used thirty castrated male pigs, from the Dalland commercial line, with average initial and final weight of 74.48 ± 2.81 and 135.70 ± 7.20 kg getting restrictive levels diets like 0, 10 and 20% of dietary energy with pineapple and mango bran waste utilization, being evaluated for performance, digestibility and diets economic viability. After slaughter (135.72 ± 7.20 kg) were evaluated the carcass quantitative characteristics, the digestive organs weight, the small intestine histological analysis and meat quality. Animals fed with the brans had adaptive responses, such as increased the organs weights of the digestive system and changed the villi height, mucosal thickness and vilo: crypt relation. As for the other variables analyzed the pineapple and mango bran processing waste can be used at levels of up to 10% of energy restriction, provided that, subject to the ingredients and local economic viability.

Keywords: digestible nutrient, energy restriction, heavy pig, metabolizable energy, sensory analysis

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O aumento no consumo de carne suína e as exigências do mercado indicam a necessidade de se elevar a produção, bem como melhorar a qualidade da carne suína produzida no país. A qualidade dos cortes e o valor nutricional da carne tornou-se uma característica importante para o consumidor que, ciente dos benefícios trazidos por uma dieta saudável, prefere carnes mais magras. As alterações sofridas pelo mercado são influenciadas por exigências do mercado consumidor, o qual leva os produtores a se concentrarem na produção de carne magra e saudável.

Atendendo essa exigência, as indústrias vêm realizando abates mais tardios, com suínos mais pesados, visando uma melhor quantidade e qualidade da carcaça. Para realizar essa prática, sem que haja acúmulo indesejado de gordura na carcaça, é necessário restringir o consumo energético da ração adotando práticas de restrição alimentar, que pode ser quantitativa ou qualitativa. A restrição alimentar qualitativa tem-se mostrado mais vantajosa por não necessitar de adequações nas instalações e facilitar o manejo alimentar, e, baseia-se no decréscimo do teor energético da dieta por meio da inclusão de ingredientes de baixo valor nutricional. Usualmente essa prática é aplicada em animais na fase de terminação, por que a deposição proteica em suínos apresenta um aumento linear até os 60 kg de peso corporal, permanecendo relativamente constante até atingir o peso médio de 95 kg.

O resíduo do processamento de frutas tem-se mostrado um grande aliado à restrição alimentar, pois, devido a sua característica físico-química pode ser utilizado como diluidor energético da ração. Os efeitos fisiológicos e metabólicos associados a esta utilização são o tempo do esvaziamento gástrico, a modulação das respostas pós-prandiais de glicose e insulina e, o aumento da sensação de saciedade pelo animal.

Somado ao exposto acima, o Brasil destaca-se como sendo grande produtor de frutas, que além da comercialização “in natura”, parte da produção é destinada, ao processamento industrial para elaboração de produtos transformados. Do campo até a indústria, são gerados resíduos em quantidades significativas. No processamento do abacaxi e da manga, por exemplo, do total de produção 45 e 50% são resíduos, totalizando aproximadamente 1,28 e 0,65 milhões de toneladas, respectivamente, que podem ser melhor aproveitados na dieta animal.

Após a secagem o resíduo dá origem ao farelo, que do ponto de vista nutricional, torna-se um alimento interessante para ser utilizado em programas de restrição alimentar devido a sua composição em fibra dietética ser de aproximadamente 70 e 35% de FDN para o resíduo do processamento do abacaxi e da manga, respectivamente. Efeitos positivos sobre a qualidade da carcaça e carne utilizando resíduo do processamento de frutas já foram evidenciados observando redução na relação da deposição lipídica e proteica no animal.

Ao considerar o teor de fibra dietética do farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga, bem como as consequências que podem ser causadas ao meio ambiente quando esses são depositados de forma incorreta, faz necessário realizar estudos que visem a sua utilização na alimentação animal. Assim, objetivou-se avaliar os farelos do resíduo do processamento do abacaxi e da manga na restrição alimentar qualitativa em dietas de suínos em terminação, considerando os aspectos biológicos e metabólicos, o desempenho, a digestibilidade, as características das carcaças, o peso dos órgãos digestório, a análise histológica do intestino delgado, a qualidade de carne suína e a viabilidade econômica destes ingredientes.

CAPÍTULO I
REFERENCIAL TEÓRICO

**Restrição energética e fibra dietética para suínos em crescimento e
terminação**

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Nutrição e deposições proteica e lipídica em suínos

A tendência verificada da indústria é o abate de suínos mais pesados, essa prática representa a redução de custos operacional tais como logística, infraestrutura e mão de obra. Com esta pratica os frigoríficos obtêm maior quantidade de carne por hora trabalhada, diluem os custos fixos da empresa e, ao mesmo tempo, conseguem intensificar o valor agregado de carnes nobres, como pernil, lombo e paleta. No entanto, o abate de animais mais pesados pode resultar em acúmulo de gordura na carcaça, que pode ser evitada com a adoção de medidas ligadas ao melhoramento genético e ao manejo nutricional, conseguindo, desta forma, melhores preços pelos animais, principalmente em frigoríficos que adotam a sistema de tipificação de carcaças (MOREIRA et al., 2007).

Sabe-se que o potencial de crescimento muscular pode variar com diversos fatores incluindo a nutrição, portanto, é possível que uma adequada manipulação da dieta resulte em respostas diferenciadas, tendo em vista as características intrínsecas do animal (FANG et al., 2014). Em geral, a relação de gordura com o peso corporal dos suínos aumenta com o peso vivo, a relação entre o consumo de energia e deposição proteica decresce e a relação entre consumo de energia e deposição de lipídeo aumenta. A magnitude dessa relação não é constante, sendo influenciada pelo peso vivo e consumo de energia (GREEF, 1992).

Entretanto, a deposição proteica em suínos é aumentada até uma taxa máxima que é atingida em torno de 60 kg de peso corporal, na qual é relativamente constante até atingir o peso de abate (90-100 kg), sendo que uma quantidade constante de energia é necessária para manter a deposição de proteína (EWAN, 1991). A massa proteica corporal e a lipídica são as variáveis responsáveis pelas características da carcaça e devem ser relacionadas quantitativamente com a composição corporal. A deposição de gordura na carcaça é influenciada principalmente pelo consumo energético. A energia que é ingerida além do necessário para manutenção e deposição de proteína é utilizada para a síntese de gordura (OLIVEIRA, 2001).

Estudos têm sido realizados com objetivo de melhorar as características quantitativas e qualitativas das carcaças de suínos através da inclusão de fontes de fibras dietéticas na ração (CROSSWHITE et al., 2013; FANG et al., 2014). Ingredientes fibrosos e resíduos do processamento de alimentos estão entre os principais produtos a serem utilizados para diluição energética das dietas, partindo-se do conceito de que a fibra é indigestível no trato gastrointestinal, não apresenta valor nutricional, aumenta o volume da dieta, proporcionando a saciedade dos animais (PASCOAL & WATANABE, 2014). Nesse sentido, fontes de fibras dietéticas podem ser viáveis como diluidores energéticos das rações para suínos com elevado peso ao abate.

2.2 Caracterização dos carboidratos

Os carboidratos compreendem uma grande variedade de compostos orgânicos que possuem perfis de digestão e fermentação distintos, agindo de diversas maneiras no organismo animal (VAN SOEST, 1994). A oxidação da maioria dos polissacarídeos é a principal via metabólica de liberação energética para os animais, contribuindo com aproximadamente 80% do total de calorias ingeridas (NRC, 2012). De acordo com o grau de polimerização, os carboidratos são classificados em monossacarídeos (um monômero), oligossacarídeos (2 a 20 monômeros) e polissacarídeos (> 20 monômeros) (NELSON & COX, 2011).

As formas simples dos carboidratos são os monossacarídeos, unidades formadoras das demais classes, constituídas de 3 a 7 carbonos unidos por ligações covalentes simples e representadas principalmente pela glicose e frutose; os oligossacarídeos correspondem aos carboidratos de cadeia curta, unidos por ligações glicolíticas, cujo principal representante é a sacarose e a celobiose; e os polissacarídeos incluem carboidratos com cadeias superiores representados principalmente pelo amido e pelos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) (HALL, 2000).

O amido é o polissacarídeo não estrutural de maior abundância em todos os grãos de cereais, sua estrutura é arranjada em dois tipos de polímeros: amilose (molécula linear com ligações α 1-4 de glicose) e amilopectina (polímeros de glicose α 1-4 com ramificações β 1-6) (NELSON & COX, 2011). A amilose é mais resistente à digestão quando compara a amilopectina devido a sua forma linear, a proporção entre

estes polímeros difere entre as fontes, mas o valor típico é 75% de amilopectina para 25% de amilose (NELSON & COX, 2011). No entanto, esta razão pode alterar-se e influenciar o teor de amido resistente (AR), que segundo Goñi et al. (1996) é definido como sendo “a soma de amidos e produtos de sua degradação, não absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis”. Esta quantidade de amido indigestível nos vegetais dependerá, além da proporção entre os polímeros amilose: amilopectina, da cristalinidade; grau de gelatinização e dos tratamentos, principalmente os térmicos, usados no processamento dos grãos (SAMBUCETTI & ZULETA, 1996).

Os polissacarídeos estruturais ou não amiláceos (PNAs) são representados por três principais grupos: celulose; hemiceluloses e as substâncias pécticas (CHOCT, 1997). Juntos, representam a fração fibrosa total determinada nos alimentos e, dependendo da solubilidade dos seus componentes, podem ser fracionados em PNA solúvel e insolúvel. A fração insolúvel é composta pela celulose, hemiceluloses insolúveis, lignina, tanino e outros compostos minoritários (JERACI & VAN SOEST, 1990), enquanto a solúvel é representada pelas hemiceluloses solúveis e substâncias pécticas (VAN SOEST et al., 1991).

A celulose possui elevado peso molecular, é composta por resíduos de D-glicopiranosos unidos por ligações β 1-4 em longas cadeias lineares, as quais podem se unir por pontes de hidrogênio (AMAN & WESTERLUND, 1996), tal como, se unir a outros polímeros, como a lignina, o que altera significativamente a digestibilidade deste carboidrato. Esta conformação explica a maior resistência desse polissacarídeo à degradação enzimática, hidrólise ácida e a microbiana (THEANDER et al., 1994).

As hemiceluloses são constituídas por polissacarídeos de baixa massa molar solúveis em soluções alcalinas, principalmente, as arabinoxilanas ou pentosanas e as β -glucanas (BARNEVELD, 1999). Estes polímeros, quando não estão ligados à lignina, podem ser parcialmente solúveis em água dependendo da sua composição química (VAN SOEST, 1994).

As pectinas referem-se a uma mistura complexa de polissacarídeos coloidais, os quais podem ser parcialmente extraídos em água (THEANDER et al., 1994) e são constituídas por resíduos de ácido galacturônico unidos linearmente por ligações α 1-4 com inserções de arabanos e, às vezes, galactanas nos extremos das cadeias. Este

polissacarídeo encontra-se principalmente na lamela média e parede celular primária dos vegetais (VAN SOEST, 1994).

Subprodutos como a polpa de citrus, polpa de beterraba e casca de soja contém 29, 33,7 e 20% de pectina, respectivamente (HALL, 2000), sendo encontradas em pequenas quantidades (menos de 1%) na parede celular dos grãos de cereais (THEANDER et al., 1994). Segundo Choct (1997), grãos de milho e sorgo contém pouca quantidade de PNA solúvel, enquanto o trigo, centeio e triticales contém substanciais quantidades de PNA solúveis e insolúveis, principalmente as arabinoxilanas. Já na cevada e aveia, predominam as β -glucanas.

2.3 Definição de fibra dietética

Os carboidratos contribuem com 70% da matéria seca das dietas para suínos, sendo a principal fonte de energia. Podem ser divididos em dois grandes grupos: carboidratos de reserva, incluindo o amido, açúcares de baixo peso molecular e os oligossacarídeos e carboidratos estruturais ou “fibra dietética”, incluindo os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e a lignina (polímero de fenilpropil álcool e ácidos) (NELSON & COX, 2011).

A fibra dietética é encontrada principalmente na parede celular das plantas, formada por PNAs e lignina, podendo estar associada a pequenas quantidades de proteína, ácidos graxos e ceras (McDOUGALL et al., 1996). De acordo com a definição fisiológica, fibra dietética significa componentes dietéticos resistentes à digestão por enzimas secretadas pelo trato digestório de não ruminantes devido a ligação do tipo beta entre os monômeros, mas passível de hidrólise parcial ou total no intestino grosso por meio de fermentação microbiana (NRC, 2012). Porém, de acordo com a definição química, fibra dietética é a soma dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e lignina (THEANDER et al., 1994).

Os monômeros constituintes dos PNAs são as arabinose e xilose (pentoses - $C_5H_{10}O_5$); glicose, galactose e manose (hexose - $C_6H_{12}O_6$); ramnose e fucose (deoxihesoses - $C_6H_{12}O_5$); ácidos glucurônico e galacturônico (ácidos urônicos - $C_6H_{10}O_7$) (PASCOAL & WATANABE, 2014). Estes carboidratos participam da constituição da fibra dietética, sendo a celulose, a hemicelulose, as pectinas, as arabinoxilanas, as β -

glucanas, as xiloglucanas, as ramnogalacturanas e as arabinogalactanas, os principais polissacarídeos (ENGLYST, 1989). Contudo, um maior número de combinações pode ser encontrado, diante da diversidade de carboidratos que formam os polissacarídeos (CHOCT, 1997). A lignina, por ser um importante componente estrutural das plantas, também está relacionada aos PNAs, principalmente devido à variada complexação entre essas frações, em função do desenvolvimento herbáceo ou da própria morfologia da planta, e por esses motivos é importante analisar estes compostos conjuntamente (PASCOAL & WATANABE, 2014).

2.4 Restrição energética associada a fontes de fibra dietética sobre a digestibilidade e desempenho de suínos

A fração fibrosa nos alimentos pode afetar características nutricionais importantes em suínos, como a digestibilidade dos nutrientes, a taxa de ingestão alimentar e a fermentação intestinal resultando em diversos efeitos sobre o desempenho e as características da carcaça (URRIOLA & STEIN, 2012; ZIEMER et al., 2012). Assim, deve-se considerar que os efeitos nutricionais e fisiológicos da fibra dependem não só da quantidade dos constituintes da parede celular incorporada à dieta, mas também da sua composição química e estrutural e da forma como está fisicamente associada a outros nutrientes (PARRA et al., 2008).

As fontes de fibras utilizadas em pesquisas para suínos incluem uma grande variedade de subprodutos, resíduos do processamento de alimentos e as forragens *in natura* ou conservadas. Os ingredientes comumente utilizados como fontes insolúveis na dieta são farinha de alfafa (KASS et al., 1980; POND et al., 1989); casca de amendoim (HALE et al., 1986); casca de café (PARRA et al., 2008); sabugo de milho (FRANK et al., 1983); resíduo do processamento de trigo (LEE et al., 2002); casca de soja (SHRIVER et al., 2003; QUADROS et al., 2008; CASTELINI, 2011); casca de arroz (FRAGA et al., 2008); feno de “coast-cross” (GOMES et al., 2007); feno de tifton (*Cynodon dactylon*) (GOMES et al., 2008); farelo de trigo (MOLIST et al., 2009). Quanto aos subprodutos ricos em fontes de fibra solúvel podemos destacar a polpa de beterraba (LEE et al., 2002; MOLIST et al., 2009) e a polpa cítrica (WATANABE et al., 2010; CROSSWHITE et al., 2013). Sendo importante ressaltar, que a utilização de

uma determinada fonte de fibra está diretamente relacionada à sua disponibilidade regional e ao seu custo de aquisição.

Os efeitos sobre o desempenho de suínos observados na literatura têm-se demonstrados diversos, sendo relacionados ao tipo de fibra utilizada, ao nível de inclusão, a restrição energética e a categoria animal empregada. Ao testar diferentes níveis de farelo de alfafa para suínos em crescimento e terminação, Kass et al. (1980) não observaram efeitos significativos sobre o ganho de peso quando adicionaram 20% as rações, no entanto, observaram efeito depressivo nessa variável em níveis de 40 e 60% dessa fonte. Pond et al. (1988) além da redução no ganho de peso ao incluir 80% do farelo de alfafa à ração, observaram redução na eficiência alimentar em suínos na fase de terminação.

Assim, ao analisar a eficiência alimentar de suínos submetidos a rações contendo farelo de alfafa, o melhor nível de inclusão observado nos estudos para suínos em crescimento está entre 5 a 7,5%, pois, concentrações maiores prejudicaram a taxa de crescimento, por outro lado, na fase de terminação o melhor nível de inclusão observado foi de 15 a 20%, tendo demonstrado melhorias no ganho de peso dos animais (THACHER et al., 2008; CROSSWHITE et al., 2013; CHEN et al., 2014).

Por serem resíduo do processamento de alimentos e apresentarem elevado teor de carboidratos estruturais as cascas dos alimentos também têm sido utilizadas na alimentação de suínos e diferenças significativas sobre o desempenho têm sido evidenciadas. Utilizando a casca de amendoim como diluidor energético da ração, Hale et al. (1986) ao submeterem os animais nível de 10% de inclusão, observaram redução de 5% no ganho de peso e aumento de 12% no consumo de ração. Segundo os autores, esse subproduto é rico em celulose, assim, pode reduzir a digestibilidade dos nutrientes e energia interferindo no desempenho dos animais.

Redução no consumo de ração, no ganho de peso e piora na conversão alimentar foram observados por Oliveira et al. (2001), a medida que aumentavam o nível de inclusão de casca de café (0; 5; 10 e 15%) em rações isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. Os autores encontraram uma redução de 13,2 e 32,2 gramas para o ganho de peso e consumo de ração, respectivamente, para cada unidade adicional de casca de café incorporada às rações. No entanto, resultados contrários foram evidenciados em estudos posteriores, Parra et al. (2008) por exemplo, não encontraram

diferença significativa para o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar quando os animais foram submetidos a restrição energética utilizando os mesmos níveis de casca de café.

Os resultados observados por Oliveira et al. (2001) para redução no desempenho, podem ser explicados pela menor quantidade de nutrientes disponíveis à síntese de tecido, uma vez que os animais alimentados com rações contendo casca de café apresentam menor consumo de ração e redução da digestibilidade dos nutrientes e energia, afetando também a conversão alimentar indicando menor ganho de peso por unidade de consumo, evidenciando a pior qualidade nutricional das rações contendo casca de café. No entanto, os avanços na genética podem ter contribuído para melhor utilização da fonte de fibra em estudo realizado por Parra et al. (2008), visto que os autores avaliaram a mesma fonte de fibra e os mesmos níveis, restringindo os valores energéticos das dietas.

A casca de soja é uma fonte insolúvel de fibra, pois apresenta 42,2; 16,4; e 3,0% de celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente (JOHNSTON et al., 2003). Ao avaliarem a inclusão de 10% dessa fonte na ração, Shriver et al. (2003) não observaram efeito significativo sobre o desempenho. De forma contrária, Gentilini et al. (2004, 2008) observaram redução no ganho de peso. Castellini (2011), avaliando a inclusão de níveis de 0; 9; 18 e 27%, verificaram que este coproduto afetou o desempenho dos animais, aumentando o consumo de ração e ocasionando piora a conversão alimentar, a medida que os níveis de casca de soja nas rações foram elevados.

Com uma inclusão maior de casca de soja (30%) para suínos em crescimento, Stewart et al. (2013) observaram redução no consumo de ração e ganho de peso dos animais. Por outro lado, os autores não observam diferença significativa com animais em fase de terminação, indicando que são mais eficientes na utilização dos nutrientes e energia advinda da casca de soja quando comparados com suínos em crescimento, devido a melhor utilização dos produtos finais da fermentação expresso nos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC).

Ao utilizar a casca de arroz como diluidor energético da ração para suínos em terminação, Fraga et al. (2008) observaram efeito sobre o desempenho dos animais. O consumo de energia e o ganho de peso dos animais foram reduzidos com aumento dos níveis de restrição energética, na proporção de 1,0 e 0,7%, respectivamente, para cada

nível de restrição energética empregada, aumentando o tempo necessário para os animais atingir o peso de abate.

Em relação a fontes solúveis, Watanabe et al. (2010) e Crosswhite et al. (2013) avaliando a inclusão de polpa cítrica, ingrediente com elevado teor de pectina, em dieta para suínos na fase de terminação, não observaram diferença significativa sobre o peso corporal final, quando incluíram 10, 20 e 30% e 15%, respectivamente. De modo geral, o tamanho do trato gastrointestinal, bem como o tempo de retenção da digesta em suínos em terminação, é superior quando comparado aos animais na fase de crescimento (LE GOFF et al., 2002). Isso contribui para o melhor aproveitamento nutricional da fibra solúvel, havendo melhor aproveitamento energético pelos suínos nessa fase e não interferindo no desempenho.

Os resultados observados nos estudos demonstraram que, a fração insolúvel da fibra interfere mais no desempenho dos animais quando comparado com a fração solúvel. Estando associado às características físico-químicas da fibra insolúvel, como a maior taxa de passagem do alimento e menor fermentabilidade no intestino grosso, reduzindo dessa forma, a disponibilidade de nutrientes e energia. Nesse sentido, suínos compensam os menores níveis energéticos das rações aumentando o consumo, o que pode piorar a conversão alimentar, mesmo não observando diferenças sobre o ganho de peso.

2.5 Restrição energética associada à fibra dietética sobre as características da carcaça suínas

Em geral, têm-se observado efeitos benéficos na qualidade da carcaça de suínos em terminação, quando os animais são submetidos à restrição qualitativa associada à fonte de fibra. A restrição energética pode ser de forma direta ou indireta, pois, a forma direta está relacionada à redução no valor energético da ração associada à inclusão da fibra como diluidor energético, já a forma indireta as dietas são isoenergéticas, porém o efeito da fibra no trato gastrointestinal atua na disponibilidade dos nutrientes reduzindo a energia (FRAGA et al., 2008).

Estudos anteriores demonstravam que era a densidade energética e não o volume que determinava a ingestão diária de alimento, indicando que o suíno em terminação,

alimenta-se para satisfazer sua necessidade energética e não a capacidade do estômago (CAMARGO et al., 2005). No entanto, estudos recentes têm evidenciado que, a capacidade do trato gastrointestinal pode interferir na ingestão energética, quando utilizam-se dietas com elevador teor de carboidratos estruturais (URRIOLA & STEIN, 2012; ZIEMER et al., 2012).

A inclusão de alimentos fibrosos na ração visa modular a deposição lipídica em animais com abate tardio (SHRIVER et al., 2003). A espessura de toucinho é uma variável importante para determinar a qualidade da carcaça suína, apresentando correlação positiva com a quantidade total de gordura na carcaça (GOMES et al., 2008). Essa variável, atualmente, é uma das principais metas determinadas pela indústria frigorífica, em especial quando esta redução é acompanhada por elevação na quantidade de carne magra e da área de olho de lombo (GOMES et al., 2007; QUADROS et al., 2008).

Nesse sentido, buscando melhorar as características da carcaça suína, Camargo et al. (2005) avaliaram a inclusão de diferentes níveis (5, 21 e 37%) de espiga de milho moída em dietas isoenergéticas, observaram redução na espessura de toucinho (ET) e maior área de olho de lombo (AOL). De forma semelhante, Thacker et al. (2008), observaram aumento no rendimento em carne magra e redução na gordura do lombo quando utilizaram farelo de alfafa. Rações contendo níveis mais elevados de fibra dietética são mais eficientes em reduzir o consumo energético pelos suínos, o que diminui a energia disponível para armazenamento sob a forma de lipídeos (CAMARGO et al., 2005).

Stewart et al. (2013), testando maior inclusão de casca de soja (30%) e farelo de trigo (30%), observaram redução significativa no peso vivo final, peso da carcaça quente, rendimento da carcaça, peso da carcaça fria e aumento no peso dos órgãos viscerais de suínos em crescimento e terminação. No entanto, para suínos em terminação houve aumento da retenção de proteína na carcaça. Corroborando com Barnes et al. (2010), que avaliaram a inclusão de 20% de farelo de trigo, observaram redução no peso vivo final, no rendimento da carcaça, na espessura de toucinho e na profundidade de lombo. O aumento do peso das vísceras em relação ao peso vivo através da dieta fibrosa é a principal razão para a redução do rendimento da carcaça (BARNES et al., 2010).

Redução no rendimento da carcaça, na circunferência torácica e lipogênese nos tecidos adiposos de suíno em crescimento foram observados por Fang et al. (2014), quando submeteram a restrição alimentar utilizando fécula de batata. Estudos anteriores demonstraram redução significativa no teor de gordura corporal, sem alteração no peso corporal dos animais com a inclusão de fibra solúvel na dieta (KEENAN et al., 2006; SO et al., 2007). De acordo com Fang et al. (2014), suínos alimentados com dieta contendo fibra solúvel apresentaram aumento significativo na concentração de AGCC (acetato, proprionato e butirato) no colón, em comparação a dieta controle. Acredita-se que a fibra altamente solúvel, está relacionada com o metabolismo dos lipídeos, pois, mais de 95% dos AGCC são rapidamente absorvidos a partir do lúmen do cólon (BERGMAN, 1990).

O butirato é quase totalmente utilizado pelas células do colón como substrato energético preferido, considerando que o acetato e o proprionato movimentam-se para o fígado através da veia porta. O proprionato é metabolizado no fígado e usado para gliconeogênese, enquanto o acetato é substrato para síntese de colesterol e lipogênese. Outro aspecto importante, é que o acetato é retornado para o músculo e tecido adiposo (BLOEMEN et al., 2009). Ademais, a liberação gradual e absorção da glicose a partir da digestão da fibra modula a resposta da insulina, de modo que a energia pode ser utilizada de forma mais eficiente para a deposição de carne magra, que por sua vez, pode reduzir a participação de nutrientes para a deposição de gordura (DOTI et al., 2014).

Há uma grande diversidade de fontes solúveis de fibra. Len et al. (2008) utilizando resíduo de mandioca (0, 20, 30%) em dietas isoenergéticas, observaram redução no teor de gordura total em suínos na fase de terminação. Ao incluir 10% de polpa de beterraba para suínos em terminação, Ko et al. (2004) observaram redução na espessura de toucinho, não verificando diferenças para as demais características da carcaça. Estudo posterior, utilizando a inclusão de 5% de polpa de batata, também não encontraram efeito significativo sobre os parâmetros analisados da carcaça de suínos (Li et al., 2011).

Watanabe et al. (2010) ao avaliarem a inclusão (10, 20 e 30%) de polpa cítrica como diluidor energético, em dietas de suíno na fase de terminação, observaram que os animais não apresentaram redução no consumo de ração, entretanto, verificaram

redução no rendimento da carcaça. Croswite et al. (2013) não encontraram diferença significativa no rendimento da carcaça e espessura de toucinho quando suínos foram submetidos a dietas com fibra solúvel através da polpa cítrica.

No entanto, a falta de diferença estatística para a espessura de toucinho, entre dietas com inclusão de polpa cítrica, contradiz as conclusões de Cerisuelo et al. (2010), onde relataram redução na espessura de toucinho da carcaça. Esta diferença de resultados com a inclusão de polpa cítrica na dieta de suínos pode estar relacionada à diferente localização de medição da espessura de toucinho, pois, com Cerisuelo et al. (2010) o parâmetro foi mensurado na última costela, diferente de Croswite et al. (2013), que foi mensurado na 10ª costela. Já os resultados para área de olho de lombo são similares entre os autores, no qual, não observam diferenças significativas.

Além das características quantitativas da carcaça as variáveis qualitativas também são de extrema importância para sua qualidade. A cor e o pH por exemplo são determinantes, pelo fato de que a carne *in natura* tem a função de atrair o consumidor e determinar a primeira impressão positiva. Castellini (2011), ao avaliar o efeito da fibra (8, 16 e 24%) para suínos em restrição energética, observou menores valores para o parâmetro L* (luminosidade) quando os animais foram abatidos mais pesados.

Reduções nos valores de a* e b* da carne de suínos foram observadas, quando os animais foram submetidos à restrição energética associada à casca de arroz (FRAGA et al. 2008), possivelmente devido à diminuição dos pigmentos na dieta pela menor porcentagem do milho. Ademais, Castellini (2011) constatou redução da oxidação lipídica e lipídios totais, sendo a maior oxidação observada com a inclusão de 24% de casca de café. Esta variável está relacionada com a modificação do sabor, aparecimento de odor e gosto característico de ranço, sendo extremamente importante na depreciação ou rejeição do produto.

2.6 Produção e caracterização da composição química de subprodutos obtidos do processamento do abacaxi e da manga

A produção Brasileira de frutas é de aproximadamente 44 milhões de toneladas anual, sendo considerada a terceira maior produção mundial, atrás apenas da China e Índia, com colheitas significativas de laranja, banana, abacaxi, melancia, coco, mamão,

uva, maçã e manga, segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA, 2014). O Brasil apresenta grande oferta de frutas tropicais no mercado externo, em 2013 os embarques de frutas frescas totalizaram 711,8 mil toneladas, crescimento de 2,7% em comparação com as 696 mil toneladas embarcadas em igual intervalo de 2012, conforme dados da Secretaria de Comércio Exterior (Secex). Essa excelente produção nacional de frutas, se deve as condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo, a grande extensão territorial e posição geográfica (IBRAF, 2012).

A laranja destaca-se como a fruta mais produzida, seguida pela banana, abacaxi e a melancia com uma produção no ano de 2013 de aproximadamente 19,1; 7,0; 3,2 e 2,2 milhões de toneladas, respectivamente. Entre as regiões de maior destaque na produção de frutas frescas, São Paulo lidera o ranking representando 71% da produção total, seguido por Bahia (12%), Rio Grande do Sul (6%), Minas Gerais (6%) e Pará (3,7%) (IBRAF, 2012).

Parte da produção nacional é destinada a elaboração de produtos com o processamento das frutas que inclui as etapas que vai desde a produção no campo até o beneficiamento e a origem de produtos na indústria. Dessa forma, do campo até a indústria, surgem subprodutos de frutas de origem agrícola em quantidade significativa (Tabela 1), caracterizados como restos de culturas, e também os subprodutos agroindustriais resultante do beneficiamento da fruta na indústria (CRUZ et al., 2013).

Tabela 1 – Produção de resíduo de frutas provenientes do beneficiamento industrial

Produto total	Produção de resíduo (%)	Produção de resíduo (MT)*
Abacaxi	30-50	1,28
Caju	40	-
Goiaba	14	0,05
Laranja	50	9,55
Manga	40-60	0,65
Maracujá	60-70	0,6
Melão	42	0,21
Uva	20-30	0,36

Fonte: Adaptada do Instituto Brasileiro de Frutas - IBRAF (2012), * MT – milhões de toneladas.

Nesse contexto, torna-se de grande importância o conhecimento do valor nutricional desses subprodutos como ingredientes das rações, pois irá permitir o emprego mais racional dos mesmos em dietas para animais não ruminantes. Existem diversos fatores que podem interferir na utilização dos nutrientes pelos animais, pois, a adição de subprodutos, com objetivo de reduzir custos de produção, pode não ser uma

estratégia economicamente viável, podendo acarretar distúrbios fisiológicos devido à presença de alguns fatores antinutricionais, tais como tanino (LIMA et al., 2011).

Dentre a produção nacional de frutas o abacaxi e a manga destacam-se, gerando também uma quantidade significativa de resíduo que, após a secagem dá origem ao farelo. O farelo do resíduo do processamento do abacaxi apresenta valor nutricional relativamente elevado (Tabela 2), devido aos principais constituintes da matéria orgânica ser carboidratos solúveis, principalmente açúcares, e possuírem também a pectina (MULLER, 1978). Já o farelo do resíduo do processamento da manga contém baixos teores de lipídeos, minerais e proteínas, porém estudo demonstrou que a proteína do subproduto da manga é rica em lisina e o extrato etéreo contém quantidades significativas de ácido graxos insaturados, como o oléico e o linoléico (SÓLIS-FUENTES & DURAM- de -BÁZUA, 2004).

Tabela 2 – Valores médios da composição química e energética do farelo de resíduo do processamento do abacaxi e da manga

Nutrientes (%)	Resíduo do processamento industrial						
	A,B,C,D,E Farelo de abacaxi					F,G Farelo de manga	
	A	B	C	D	E	F	G
EB (kcal/kg)	3701	-	2090	4,09	-	3906	3724
Matéria seca	85,68	84,67	87,87	88,51	85,33	92,23	94,10
Matéria mineral	4,41	6,78	10,08	9,20	6,40	2,08	3,10
Proteína bruta	4,60	8,35	7,37	9,25	7,62	3,87	4,44
Extrato etéreo	0,58	1,19	-	1,34	1,77	4,36	6,09
Fibra detergente neutro	36,96	71,39	72,12	66,14	59,82	37,25	30,24
Fibra detergente ácido	11,91	30,74	33,72	34,41	25,87	21,84	19,96
Carboidratos totais	90,41	83,68	-	80,21	84,21	81,92	86,37
Carboidratos não fibrosos	53,45	16,79	-	14,07	24,39	44,67	56,13
Hemicelulose	25,05	40,65	38,40	31,73	33,95	15,41	10,28
Celulose	-	25,91	24,00	37,74	20,41	-	-
Lignina	-	5,29	6,11	10,05	5,46	-	-

^ALima et al. (2012); ^BLousada Junior et al. (2006); ^CCorreia et al. (2006); ^DRogério et al. (2007); ^ECunha et al. (2009); ^FVieira et al. (2008); ^GLima et al. (2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fontes de fibra dietética podem ser utilizadas como diluidor energético nas rações de suínos, pois tem observado efeitos positivos sobre a característica das carcaças. O grau de influência dependerá de diversos fatores, tais como o tipo de fibra, a

categoria animal, a idade, o regime e a frequência de alimentação, as condições sanitárias, o manejo alimentar e os ingredientes utilizados na dieta.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAN, P.; WESTERLUND, E.. Cell wall polysaccharides: structural, chemical and analytical aspects. In: **Carbohydrates in Food**. 1.ed., New York: New York, 1996. cap.3, p.191-226.

BARNES, J. A. et al. 2010. Effects of wheat middlings and choice white grease in diets on the growth performance, carcass characteristics, and carcass fat quality in growing-finishing pigs. **Kansas State Univ. Swine Day Report**. <http://krex.k-state.edu/dspace/handle/2097/6568>. (Acessado em 20 setembro de 2014).

BARNEVELD, S. L. Chemical and physical characteristics of grains related to variability in energy and amino acid availability in ruminants: a review. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 50, n. 5, p. 651-666, 1999.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiology Review**, v. 10, n. 2, p. 567-589, 1990.

BLOEMEN, J. G. et al. Short chain fatty acids exchange across the gut and liver in humans measured at surgery. **Clinical Nutrition**, v. 28, n. 6, p. 657–661, 2009.

CAMARGO, J. C. M. et al. Uso de espiga de milho moída na dieta de suínos em fases de crescimento e terminação: efeitos sobre o desempenho e características de carcaça. **Boletim de Indústria animal**, v. 62, n. 2, p. 141-147, 2005.

CASTELINI, F. R. **Casca de soja em programa de restrição alimentar para suínos pesados**. 2011. 92 f. (Dissertação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e

Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

CERISUELO, A. et al. The inclusion of ensiled citrus in diets for growing pigs: Effects on voluntary intake, growth performance, gut microbiology and meat quality. **Livestock Science**, v. 134, n. 3, p. 180-182, 2010.

CHEN, L. et al. Effect of graded levels of fiber from alfalfa meal on nutrient digestibility and flow of fattening pigs. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 13, n. 8, p. 1746-1752, 2014.

CHOCT, M. **Feed non-starch polysaccharides: Chemical structures and nutritional significance**. Feed Milling International. p.13-26, 1997.

CORREIA, M. X. C. et al. Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.4, p.1822-1828, 2006.

CROSSWHITE, J. D. et al. The effect of dietary citrus pulp on the growth, feed efficiency, carcass merit, and lean quality of finishing pigs. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, n. 1, p. 345–358, 2013.

CRUZ, S. S. et al. Resíduo de frutas na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 10, n. 6, p. 2924-2932, dez. 2013.

CUNHA, M. G. G. et al. Conservação e utilização do resíduo de abacaxi na alimentação de ovinos no Curimataú Ocidental da Paraíba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 3, p. 55-62, 2009.

DOTI, S. et al. Effect of dietary starch source on growth performances, digestibility and quality traits of growing pigs. **Livestock Science**, v. 164, p. 119–127, 2014.

ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, n. 2, p. 27-42, 1989.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A. J. **Swine Nutrition**. Butterworth-Heinemann, 1991, p. 121.

FANG, L. et al. Long-term intake of raw potato starch decreases back fat thickness and dressing percentage but has no effect on the longissimus muscle quality of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 170, n. 1, p. 116-123, 2014.

FRAGA, A. L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 869-875, 2008.

FRANK, G. R. et al. A study of the relation shop between performance and dietary component digestibilities by swine fed different levels of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 3, p. 645-654, 1983.

GENTILINI, F. P. Casca de soja em dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 14, n. 2, p. 375-382, 2008.

GENTILINI, F. P. et al. Desempenho produtivo de leitoas alimentadas com dietas de gestação de baixo e alto nível de casca de soja. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4. p. 1177-1183, 2004.

GOMES, J. D. F. et al. Desempenho e característica de carcaça de suínos alimentados com dieta de tifton (*Cynodon Dactylon*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 59-67, 2008.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 28, n. 3, p. 483-492, 2007.

GOÑI, I. et al. Analysis of resistant starch: a method for foods and food products. **Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 445-449, 1996.

GREEF, K. H. **Prediction of production – Nutritional induced tissue partitioning in growing pigs**. Wageningen: The Netherlands, 1992. 117p. (Ph.D. Thesis) – Wageningen, 1992.

HALE, O. M.; NEWTON, G. L.; HAYDON, K. D. Effect of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing, finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 665-671, 1986.

HALL, M. B. Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis. **Institute of Food and Agricultural Sciences**:University of Florida, 2000. 42p.

IBRAF. [online] **Estatísticas: produção brasileira de frutas**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_processadas.asp>. Acesso em: 26 out. 2014.

JERACI, J. L.; VAN SOEST, P. J. Improved methods for analysis and biological characterization of fiber. **Advances in Experimental Medicine Biology**, v. 270, n. 2, p. 245-263, 1990.

JOHNSTON, L. T. et al. Feeding by-products high in concentration of fiber to nonruminants. **Third National Symposium on Alternative Feeds for Livestock and Poultry**. Kansas City, MO. 2003.

KASS, M. L. et al. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. **Journal of Animal Science**, v. 50, n. 1, p. 175-191, 1980.

KEENAN, M. J. et al. Effects of resistant starch, a non-digestible fermentable fiber, on reducing body fat. **Animal Physiology**, v. 14, n. 9, p. 1523-1534, 2006.

KO, T. G. et al. Effects of phase feeding and sugar beet pulp on growth performance, nutrient digestibility, blood urea nitrogen, nutrient excretion and carcass characteristics in finishing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 17, n. 8, p. 1150-1157, 2004.

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

LEE, C. Y. et al. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein – 3 in finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 1, p.84-93. 2002.

LEN, N. T. et al. Effect of dietary fiber level on the performance and carcass traits of Mong Cai, F1 Crossbred (Mong Cai x Yorkshire) and Landrace x Yorkshire Pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 21, n. 2, p. 245-251, 2008.

LI, P. F. et al. Effects of fermented potato pulp on performance, nutrient digestibility, carcass traits and plasma parameters of growing finishing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 10, p. 1456-1463, 2011.

LIMA, M. R. et al. Performance and digestibility of Nile tilapia fed with pineapple residue bran. **Acta Scientiarum**, v. 34, n. 1, p. 41-47, 2012.

LIMA, M. R. et al. Utilização de ingredientes energéticos pela tilápia do Nilo. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 8, n. 2, p.1418-1430, 2011.

LOUSADA JUNIOR, J. E. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

McDOUGALL, G. J. et al. Plant cell wall as dietary fibre: range, structure, processing and function. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 70, n. 2, p. 133-150, 1996.

MOLIST, F. et al. Effects of the insoluble and soluble dietary fibre on the physicochemical properties of digesta and microbial activity in early weaned piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 149, n. 4, p. 346-353, 2009.

MOREIRA, I. et al. Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, características de carcaça e poluição ambiental. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v. 29, n. 2, p. 179-185, 2007.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

NRC. 2012. **Nutrient requirements of swine**. 11th ed. Natl. Acad. Press, Washington, D. C.

OLIVEIRA, V. et al. Substitution of corn by coffee hulls in isoenergetic diets for growing and finishing pigs: digestibility and performance. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 424-436, 2001.

PARRA, A. R. P. et al. Coffee hulls utilization in growing and finishing pigs feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 433-442, 2008.

PASCOAL, L. A. F; WATANABE, P. H. Fibra dietética na nutrição de suínos. In: SAKAMURA, N. K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal – SP: Funep, 2014, p. 358.

POND, W. G. et al. 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**, v. 66, n. 3, p. 699-706, 1988.

POND, W. P. et al. Comparative response of swine and rats to high-fiber or high-protein diets. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 3, p. 716-723, 1989.

QUADROS, A. R. B. et al. Avaliação nutricional da casca de soja integral ou moída, ensilada ou não, para suínos em fase de crescimento. **Animal Science**, v. 29, n. 1, p. 31-38, 2008.

ROGÉRIO, M. C. P. et al. Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 773-781, 2007.

SAMBUCETTI, M. E.; ZULETA, A. Resistant starch in fiber values measured by the AOAC method in different cereals. **Cereal Chemistry**, v. 73, n. 6, p. 759-761, 1996.

SHRIVER, J. A. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 2, p. 492-502, 2003.

SO, P. W. et al. Impact of resistant starch on body fat patterning and central appetite regulation. **PLoS One**, v. 2, n. 12, p. 1-8, 2007.

SOLÍS-FUENTES, J. A.; DURÁN-DE-BAZÚA, M. C. Mango seed uses: thermal behavior of mango seed almond fat and its mixtures with cocoa butter. **Bioresource Technology**, v. 92, n. 1, p. 71-78, 2004.

STEWART, L. L. et al. Effects of dietary soybean hulls and wheat middlings on body composition, nutrient and energy retention, and the net energy of diets and ingredients fed to growing and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2756-2765, 2013.

THACKER, P. A. et al. Nutrient digestibility, performance and carcass traits of growing–finishing pigs fed diets containing graded levels of dehydrated lucerne meal. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 11, p. 2019-2025, 2008.

THEANDER, O. et al. Enzymatic/chemical analysis of dietary fiber. **Journal of Cereal Chemistry**, v. 77, n. 3, p. 703-709, 1994.

URRIOLA, P. E.; STEIN, H. H. Comparative digestibility of energy and nutrients in fibrous feed ingredients fed to Meishan and Yorkshire pigs. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 3, p. 802-812, 2012.

VAN SOEST, P. J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, P. A. F. et al. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2173-2178, 2008.

WATANABE, P. H. et al. Effect of inclusion of citrus pulp in the diets of finishing swines. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 3, p. 709-718, 2010.

ZIEMER, C. J. et al. Effects of feeding fiber-fermenting bacteria to pigs on nutrient digestion, fecal output, and plasma energy metabolites. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 4020-4027, 2012.

CAPÍTULO II

**Restrição alimentar qualitativa associada aos farelos dos resíduos do
processamento do abacaxi e da manga na dieta de suínos em
terminação**

Restrição alimentar qualitativa associada aos farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga na dieta de suínos em terminação

RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização dos farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga para suínos em terminação, sendo realizados dois experimentos. No experimento de avaliação biológica e metabólica, foram utilizados 18 suínos machos castrados da linhagem Agrocere, com peso médio inicial de $70,00 \pm 2,6$ kg. Os farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga apresentaram 509,16 e 1119,43 kcal de energia metabolizável, 2,61 e 5,53% de proteína digestível, 40,80 e 24,22% de fibra em detergente neutro digestível e 6,63 e 9,01% de fibra em detergente ácido digestível, respectivamente, indicando a sua potencialidade de serem usados em programas de restrição alimentar qualitativa. No segundo experimento foram utilizados 30 suínos machos, castrados, da linhagem comercial Dalland, com peso médio inicial e final de $74,48 \pm 2,81$ e $135,72 \pm 7,20$ kg, respectivamente. O delineamento foi em blocos casualizados, com 5 tratamentos e 6 repetições. Os animais foram submetidos a uma dieta composta de milho e farelo de soja (dieta controle, 0%R), e restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (10%RA) ou da manga (10%RM), ou ainda, restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (20%RA) ou da manga (20%RM). As dietas com diluição energética de 10% apresentaram redução na conversão alimentar. Os animais alimentados com os farelos tiveram respostas adaptativas com aumento dos pesos dos órgãos digestório, alteração na altura de vilosidade, a espessura da mucosa e relação vilo:cripta. Não foi observado efeito significativo ($P>0,05$) dos níveis de restrição alimentar sobre os custos das dietas. Os alimentos mostraram-se como ingredientes viáveis a serem utilizados em programas de restrição alimentar qualitativa como diluidores energéticos.

Palavras chave: alimentos alternativos, fibra dietética, resíduo agroindustrial, restrição energética, suíno pesado

Qualitative food restriction associated to pineapple and mango bran waste on the diet of pigs in termination

ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of pineapple and mango bran waste for finishing pigs, being conducted two experiments. In the biological and metabolic evaluation experiment, eighteen castrated Agrocetes lineage male pigs were used, with average weight of 70.00 ± 2.6 kg. The pineapple and mango bran waste had 509.16 and 1119.43 kcal of metabolizable energy, 2.61 and 5.53% of digestible protein and 40.80, 24.22% of digestible neutral fiber detergent and 6.63 and 9.01 of digestible acid fiber detergent, respectively. Indicating it's potential to be used in qualitative feed restriction programs. In the second experiment were used thirty castrated male pigs, from the Dalland commercial line, with average initial and final weight of 74.48 ± 2.81 and 135.70 ± 7.20 kg, respectively. The experimental design was a randomized block design, with 5 treatments and 6 replicates. The animals were submitted to a diet based on corn and soybean meal (control diet, 0%R), and energy restriction from the control diet at levels of 10% using the pineapple (10%RA) or mango (10%RM) bran waste, or even 20% restriction of control diet dietary energy by offering the pineapple (20%RA) or mango (20%RM) bran processing waste. Diets with 10% energy dilution decreased feed conversion. Animals fed 10% restriction had increased full stomach (10%RM) and empty (10%R) regarding to the control. Animals fed with the brans had adaptive responses, such as increased the organs weights of the digestive system and changed the villi height, mucosal thickness and vilo: crypt relation. No significant effect was observed ($P>0.05$) of food restriction levels on diets costs. The foods were as viable ingredients to be used in programs of qualitative food restriction as energy thinners.

Keywords: alternative ingredients, agro-industrial waste, dietary fiber, energy restriction, heavy pigs

1 INTRODUÇÃO

A tendência verificada da indústria é o abate de suínos mais pesados, devido à necessidade de cortes mais elaborados e com qualidade para o consumidor. Porém, esta prática pode resultar em acúmulo de gordura na carcaça. Para reduzir esse problema, medidas ligadas ao melhoramento genético e ao manejo nutricional devem ser utilizadas.

A restrição alimentar vem sendo uma aliada do manejo nutricional para melhorar a produção de carne pelo suíno abatido com peso elevado, sem resultar em acúmulo indesejado de gordura na carcaça, que é obtida através do controle da ingestão calórica dos animais (LUDKE et al., 1998). Entre a restrição alimentar quantitativa e qualitativa, esta última apresenta-se mais interessante por não necessitar de adequações nas instalações e facilitar o manejo dos animais, pois, baseia-se na redução energética da dieta através da inclusão de ingredientes de baixo valor nutricional e energéticos, como por exemplo, resíduos do processamento de frutas (WATANABE et al., 2010).

O Brasil destaca-se como sendo grande produtor de frutas que além da comercialização “in natura”, parte da produção é destinada, ao processamento industrial para elaboração de sucos, polpas, doces e compotas. Desta forma, do campo até a indústria, são gerados resíduos em quantidades significativas, o abacaxi e a manga, por exemplo, do total de produção 45 e 50% são resíduos, totalizando aproximadamente 1,28 e 0,65 milhões de toneladas, respectivamente (IBRAF, 2014), que podem ser melhor aproveitados na dieta animal.

Após a secagem o resíduo dá origem ao farelo, que do ponto de vista nutricional, torna-se um alimento interessante para ser utilizado em programas de restrição alimentar devido a sua composição bromatológica. Estudos têm demonstrado que o farelo do processamento de abacaxi apresenta em sua composição bromatológica nutrientes de 3,77 a 8,35% de proteína bruta, 43,53 a 72,12% de fibra em detergente neutro, 20,46 a 33,72% de fibra em detergente ácido, 24,00 a 25,91% de celulose, 40,65% de hemicelulose, 5,29 a 6,11% de lignina, 1,05 a 1,19% de extrato etéreo (CORREIA et al., 2006; LOUSADA JÚNIOR et al., 2006). Para o farelo do resíduo do processamento da manga sua composição bromatológica tem variado de 3,77 a 3,87%

de proteína bruta, 19,35 a 37,25% de fibra em detergente neutro, 18,47 a 21,84% de fibra em detergente ácido, 1,05 a 4,36% de extrato etéreo (VIEIRA et al., 2008).

Levando em consideração a composição química dos resíduos do processamento de abacaxi e da manga, estes tornam-se ingredientes interessantes como diluidores energéticos das rações em fase de terminação. A restrição alimentar é usualmente aplicada na fase de terminação, pois, a deposição de proteica em suínos é aumentada até uma taxa máxima que é atingida em torno de 60 kg de peso corporal, na qual é relativamente constante até atingir o peso de abate (90 a 100 kg), sendo que uma quantidade constante de energia é necessária para manter a deposição de proteína (EWAN, 1991). A massa proteica corporal e a lipídica são as variáveis responsáveis pelas características da carcaça e devem ser relacionadas quantitativamente com a composição corporal. A deposição de gordura na carcaça é influenciada principalmente pelo consumo energético. A energia que é ingerida além do necessário para manutenção e deposição de proteína é utilizada para a síntese de gordura (OLIVEIRA et al., 2006).

Estudos têm sido realizados visando reduzir o valor energético da ração e seus efeitos sobre o desempenho, as características quantitativas e qualitativas da carcaça suína (CROSSWHITE et al., 2013; FANG et al., 2014). Ingredientes fibrosos estão entre os principais produtos a serem utilizados para diluição energética das dietas. Pois, é utilizado o conceito de que a fibra é indigestível no trato gastrointestinal de suínos e não apresenta valor nutricional, sendo utilizada como um componente que visa aumentar o volume da dieta e assim proporcionar a saciedade dos animais (PASCOAL & WATANABE, 2014).

Ao considerar o valor nutricional dos farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga, bem como as consequências que podem ser causadas ao meio ambiente quando esses são depositados de forma incorreta, faz necessário realizar estudos que visem a sua utilização na alimentação animal, diminuindo os impactos ambientais e contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Dentre os principais impactos ambientais relacionados à deposição de forma incorreta, podemos citar a poluição das águas e do solo, pois apresentam alto teor de matéria orgânica. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga nas dietas de suínos submetidos a programa de restrição alimentar

qualitativa, considerando os parâmetros de desempenho, peso dos órgãos do sistema digestório, morfometria intestinal e avaliação econômica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Setor de Suinocultura do Departamento de Ciência Animal do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, Campus III da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras-PB, sendo o primeiro para determinar os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia, e o de metabolizabilidade da energia dos farelos dos resíduos de abacaxi e manga, e o segundo para avaliar o desempenho, a digestibilidade das dietas, peso dos órgãos digestório, morfometria do duodeno e viabilidade econômica.

2.1 Aquisição e processamento do resíduo do abacaxi e da manga

O resíduo do abacaxi e da manga foi obtido na agroindústria de sucos, Indústria Transformadora de Frutas S.A – Intrafrut, situada no município de João Pessoa - Paraíba. Os subprodutos foram adquiridos na forma *in natura*, sendo o resíduo de abacaxi composto de coroa, casca, miolo e resto de polpa e o resíduo da manga de caroço, casca e resto de polpa. Posteriormente, o material foi exposto ao sol para ser desidratado. Após apresentarem aproximadamente 18 e 28% de umidade, os resíduos foram moídos em peneira de 2,5 mm para obtenção do farelo.

Uma amostra do produto foi encaminhada ao laboratório para avaliar a composição bromatológica, sendo determinados os níveis de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB), matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM), seguindo a metodologia de Silva & Queiroz (2002) e os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest et al. (1991) e a composição aminoacídica realizada em laboratório particular para fins de avaliar dos coeficientes de digestibilidade das dietas. Os teores de carboidratos totais (CHO) foram calculados segundo as equações indicadas por Sniffen et al. (1992) em que $CHO = 100 - (\%Proteína\ Bruta + \%Extrato$

Etéreo + %Cinzas) e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) pela fórmula $CNF = CHO - FDN$.

2.2 Ensaio biológico e metabólico

Foram utilizados 18 suínos machos castrados da linhagem Agroceres®, com peso corporal médio inicial de $70 \pm 2,60$ kg, distribuídos de forma homogênea em três tratamentos com seis repetições, adotando cada animal como uma unidade experimental totalizando 18 parcelas, utilizando-se delineamento em blocos casualizados (DBC) para controlar as diferenças iniciais de peso.

Os tratamentos experimentais consistiram de uma dieta referência composta de milho e farelo de soja (T1), formulada para atender às exigências nutricionais sugeridas por Rostagno et al. (2011), para suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior, com o peso vivo na faixa de 70 a 100 kg; e uma dieta teste onde substituiu 30% a dieta referência pelo farelo do resíduo do processamento do abacaxi (T2) e da manga (T3).

O período experimental teve duração de 12 dias, sendo os sete primeiros dias para adaptação dos animais às gaiolas, rações experimentais e determinação do consumo de ração, e os cinco últimos dias para a coleta de fezes e urina. Foi adotado o método de coleta total descrito por Sibbald & Slinger (1963).

A quantidade de ração fornecida diariamente a cada animal foi calculada com base no peso metabólico ($kg^{0,75}$). Para evitar perdas e facilitar a ingestão, as rações foram umedecidas e fornecidas duas vezes ao dia (7h00min e 17h00min). A água foi fornecida à vontade, após a ingestão da ração. Para definir o início e o final do período de coleta de fezes foi utilizado óxido férrico (Fe_2O_3) na ração como marcador fecal segundo recomendações de Sakomura & Rostagno (2007). Os animais foram pesados no início e após o período de adaptação, as rações foram pesadas todas as vezes que fornecidas aos animais e as sobras pesadas ao término do arraçoamento para determinação do consumo.

As coletas de fezes foram realizadas duas vezes ao dia, às 7h30min e às 17h30min, sendo pesadas e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em freezer ($-18^{\circ}C$).

A urina excretada foi filtrada e coletada uma vez ao dia, às 18h00min, sendo colhida em baldes plásticos contendo 20 mL de ácido clorídrico (HCl) diluído na proporção 1:1 para evitar a proliferação bacteriana, fermentação e possíveis perdas de nitrogênio por volatilização. Do volume total de urina excretado por animal, foram retiradas alíquotas de 20% e acondicionadas em frascos de plástico devidamente identificado e armazenados em refrigerador (3°C) de acordo com Sakomura & Rostagno (2007).

Ao final do período de coleta, as fezes e as urinas de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma amostra de cada unidade experimental. Nas amostras de fezes e ração, foram realizadas análises de MS, MM, PB, EE, FDN, FDA e EB conforme relatado para o farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga. Nas amostras de urina, foram determinadas densidade, EB e PB. Após as análises laboratoriais foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da MS, MO, MM, PB, EE, FDN, FDA e EB, assim como a energia digestível (ED) e metabolizável aparente (EMA) e os respectivos nutrientes digestíveis, utilizando equações de Matterson et al. (1965).

2.3 Desempenho

Foram utilizados 30 suínos machos, castrados, da linhagem comercial Dalland, com peso médio inicial e final de $74,48 \pm 2,81$ e $135,70 \pm 7,20$ kg, respectivamente. Os animais foram alojados na Unidade Experimental para Suínos, em baias com piso compacto, medindo 2,30 x 1,70 m, equipadas com comedouros de alvenaria e bebedouros do tipo chupeta. Durante o período experimental as temperaturas médias, máximas e mínimas registradas foram de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ e $19 \pm 2^\circ\text{C}$ respectivamente, e umidade relativa do ar média, máxima e mínima de $86 \pm 5\%$ e $56 \pm 3\%$ respectivamente.

Os tratamentos consistiram de cinco dietas experimentais utilizando restrição energética da ração através da utilização do farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga. Sendo, seis repetições por tratamento, totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um animal. As dietas experimentais, foram formuladas para atender as exigências nutricionais de animais

de alto potencial genético, compostas basicamente por milho, farelo de soja, aminoácidos sintéticos e suplementos mineral e vitamínico de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011).

Os animais foram submetidos a uma dieta composta de milho e farelo de soja (dieta controle, 0%R), e restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (10%RA) ou da manga (10%RM), ou ainda, restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (20%RA) ou da manga (20%RM).

As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais de suínos castrados de alto potencial genético com desempenho superior (Tabela 1 e 2) seguindo recomendações propostas por Rostagno et al. (2011), para as seguintes fases: Terminação 70 a 100 e Terminação 100 a 120 kg de peso vivo.

Os animais receberam ração e água à vontade, durante todo período experimental, as sobras de rações eram recolhidas, pesadas e descontadas do fornecido para calcular-se o consumo diário. O peso individual dos animais foi registrado no início e a cada dez dias de experimento. Com base nesses dados foi determinado o consumo diário de ração (CDR, kg/dia), ganho diário de peso (GDP, kg/dia) e conversão alimentar (CA, kg/kg) dos animais.

Tabela 1 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar para suínos dos 70 aos 100 kg

Ingredientes	Níveis de restrição energética				
	0% R	10% RA	10% RM	20% RA	20% RM
Milho	79,152	67,495	65,274	55,838	51,396
Farelo de soja	18,518	18,905	19,356	19,292	20,194
Resíduo de abacaxi	-----	10,000	-----	20,000	-----
Resíduo de manga	-----	-----	10,000	-----	20,000
Fosfato bicalcico	0,808	0,784	0,800	0,760	0,792
Calcário	0,522	0,416	1,084	0,554	1,100
Sal comum	0,315	0,315	0,321	0,318	0,330
Inerte ¹	0,062	1,403	2,500	2,500	5,480
BHT ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Premix-APP ³	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina HCL	0,255	0,265	0,247	0,276	0,239
L-Treonina	0,063	0,080	0,089	0,098	0,115
DL-Metionina	0,028	0,061	0,053	0,094	0,079
L-Tripofano	0,009	0,005	0,006	-----	-----
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Energia Met. (Mcal/kg)	3,230	2,907	2,907	2,584	2,584
Proteína bruta (%)	15,530	15,530	15,530	15,530	15,530
Cálcio (%)	0,484	0,484	0,714	0,578	0,581
Cloro (%)	0,228	0,224	0,226	0,220	0,224
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
Lisina Dig. (%)	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Treonina Dig. (%)	0,543	0,543	0,543	0,543	0,543
Met+ Cist Dig. (%)	0,502	0,502	0,502	0,502	0,502
Metionina Dig. (%)	0,263	0,280	0,277	0,298	0,291
Triptofano Dig. (%)	0,154	0,154	0,154	0,154	0,154
Potássio (%)	0,578	0,550	0,552	0,523	0,526
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
FDN (%)	11,653	17,429	13,620	23,205	15,587
FDA (%)	4,313	6,820	6,972	9,327	9,631
BE4 mEq/kg	153,230	147,270	147,010	141,310	140,780

¹Areia lavada; ²Antioxidante BHT; ³Premix mineral e vitamínico, níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A: 532.000 UI; Vitamina B: 112.000 UI; Vitamina E: 2.100 UI; Vitamina B₁(Tiamina): 138 mg; Riboflavina (B₂): 490 mg; Piridoxina (B₆): 97 mg; Vitamina B₁₂: 1.680 mcg; Vitamina K: 280 mg; Niacina: 2.800 mg; Biotina: 10 mg; Pantotenato de Ca: 1.680 mg; Ác. Fólico: 70 mg; Colina: 15 g; Cobre: 21 g; Cobalto: 100 mg; Ferro: 12g; Manganês: 6.200 mg; Zinco: 24g; Iodo: 200 mg; Selênio: 42 mg; Bacitracina de Zinco: 1.1000 mg. ⁴ BE- Balanço Eletrolítico da Dieta.

Tabela 2 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar qualitativa para suínos dos 100 aos 120 kg

Ingredientes	Níveis de restrição energética				
	0% R	10% RA	10% RM	20% RA	20% RM
Milho	83,032	71,422	68,660	59,803	54,283
Farelo de soja	14,552	14,696	15,055	14,792	15,522
Resíduo de abacaxi	-----	11,450	-----	22,900	-----
Resíduo de manga	-----	-----	12,500	-----	25,000
Fosfato bicálcico	0,816	0,784	0,799	0,754	0,814
Calcário	0,467	0,349	0,426	0,231	0,487
Sal comum	0,292	0,294	0,301	0,297	0,311
Inerte ¹	0,385	0,509	1,770	0,653	3,036
BHT ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Premix-APP ³	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina HCL	0,178	0,196	0,178	0,215	0,179
L-Treonina	0,007	0,027	0,040	0,048	0,074
DL-Metionina	-----	0,003	-----	0,038	0,023
L-Triptofano	0,002	-----	-----	-----	-----
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Energia Met. (Mcal/kg)	3,230	2,907	2,907	2,584	2,584
Proteína bruta (%)	13,920	13,920	13,920	13,920	13,920
Cálcio (%)	0,453	0,453	0,453	0,453	0,500
Cloro (%)	0,217	0,212	0,215	0,208	0,214
Fósforo disponível (%)	0,245	0,245	0,245	0,245	0,251
Fósforo Total (%)	0,436	0,418	0,415	0,400	0,400
Lisina Dig (%)	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661
Treonina Dig (%)	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
Met+ Cist Dig (%)	0,442	0,411	0,415	0,410	0,410
Metionina Dig (%)	0,218	0,205	0,205	0,223	0,216
Triptofano Dig (%)	0,126	0,128	0,127	0,132	0,129
Potássio (%)	0,517	0,485	0,483	0,452	0,449
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
FDN (%)	11,532	18,301	14,253	25,063	16,968
FDA (%)	4,127	7,034	7,512	9,938	10,893
BE4 mEq/kg	136,30	129,29	147,01	141,31	119,59

¹Areia lavada; ²Antioxidante BHT; ³Premix mineral e vitamínico, níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A: 532.000 UI; Vitamina B: 112.000 UI; Vitamina E: 2.100 UI; Vitamina B₁(Tiamina): 138 mg; Riboflavina (B₂): 490 mg; Pirodoxina (B₆): 97 mg; Vitamina B₁₂: 1.680 mcg; Vitamina K: 280 mg; Niacina: 2.800 mg; Biotina: 10 mg; Pantotenato de Ca: 1.680 mg; Ác. Fólico: 70 mg; Colina: 15 g; Cobre: 21 g; Cobalto: 100 mg; Ferro: 12g; Manganês: 6.200 mg; Zinco: 24g; Iodo: 200mg; Selênio: 42 mg; Bacitracina de Zinco: 1.1000 mg. ⁴ BE- Balanço Eletrolítico da Dieta.

Durante o ensaio de desempenho realizou-se a avaliação biológica das dietas experimentais utilizando o método de coleta parcial das fezes, quando os animais atingiram $87,78 \pm 3,00$ e $118,29 \pm 6,21$ kg de peso vivo. No primeiro dia, foram adicionadas às dietas 1% de cinza ácida insolúvel (CAI). O período experimental teve duração de sete dias, sendo os quatros primeiros dias para adaptação dos animais as dietas e fluxo da digesta pelo trato, e os três últimos dias para a coleta de fezes

diretamente do reto de todos os animais, duas vezes ao dia, durante três dias, sendo as amostras mantidas congeladas.

Ao final as fezes de cada animal foram descongeladas, homogeneizadas, amostrada e submetidas à pré-secagem, em estufa com circulação de ar forçada a 65°C durante 72 horas, e moídas em moinho do tipo “facas” com peneiras com crivos de 1mm. As amostras de ração foram apenas moídas. Para determinação da CAI, foram utilizados os procedimentos descritos por Scott & Boldaji (1997). Nas amostras de fezes e ração, foram realizadas análises de MS; MM; PB; EE; FDN; FDA e EB, em seguida, foram calculados os coeficientes de digestibilidade conforme descrito por Sakomura & Rostagno (2007).

2.3.2 Peso relativo dos órgãos em relação ao peso vivo final

Ao atingirem o peso médio de $135,70 \pm 7,20$ kg os animais foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas. O abate aconteceu em dias alternados, de acordo com a blocagem inicial, realizado no abatedouro do CCHSA – Bananeiras – PB obedecendo ao protocolo de abate humanitário. Após o abate, as carcaças foram evisceradas sendo obtidos os pesos do estômago cheio e vazio, intestino delgado cheio e vazio, ceco cheio e vazio, cólon cheio e vazio, fígado, pâncreas e vesícula biliar, sendo calculado o peso relativo em relação ao peso vivo final.

2.3.3 Estudos morfométricos

O processamento histológico foi realizado no Laboratório de Histologia do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFPB/CCA. As amostras do duodeno foram coletadas logo após o abate, identificadas e fixadas em Metacarn (HELENO et al., 2011) por 12h e incluídas em parafina. Os cortes foram realizados com 5 µm de espessura. Utilizou-se coloração de hematoxilina-eosina e ácido periódico de Schiff e a captura de imagens digitalizadas foi realizada em microscópio Olympus BX-60 e câmera Zeiss AxioCam acoplada com programa de captura de imagens digitais Motic Image Plus 2.0.

Para as variáveis altura de vilosidade, profundidade de cripta, espessura de mucosa e relação vilo:cripta foram utilizados seis animais de cada tratamento (dieta). Para cada animal foram digitalizadas seis fotomicrografias com objetiva de 5x. Em cada uma das fotomicrografias foi realizada mensuração, perfazendo um “n” amostral de 36 mensurações por tratamento.

2.3.4 Análise econômica

Para avaliar a viabilidade econômica da utilização do farelo do resíduo do do abacaxi e manga foi considerado o custo de produção do farelo juntamente com os preços das demais matérias primas no mercado, e calculado o custo da dieta por quilograma de peso vivo ganho, segundo equação proposta por Bellaver et al. (1985):

$$Y_i \text{ (R$/kg)} = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Em que:

Y_i = custo da dieta por kg de peso vivo ganho no i-enésimo tratamento;

Q_i = quantidade de dieta consumida no i-enésimo tratamento;

P_i = preço por kg da dieta utilizada no i-enésimo tratamento;

G_i = ganho de peso do i-enésimo tratamento.

Foi calculado o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Barbosa et al. (1992):

$$\text{IEE (\%)} = \frac{MC_e}{CT_{ei}} \times 100$$

$$\text{IC (\%)} = \frac{CT_{ei}}{MC_e} \times 100$$

Em que:

M_{Ce} = menor custo da dieta por kg ganho observado entre os tratamentos;

C_{Tei} = custo do tratamento i considerado.

Foram utilizados os preços dos insumos da região de Bananeiras - PB para calcular os custos das rações experimentais, conforme segue: milho grão R\$ 1,08/kg, farelo de soja R\$ 1,70/kg, farelo do resíduo do processamento do abacaxi R\$ 0,39/kg, farelo do resíduo do processamento da manga R\$ 0,28/kg, fosfato bicálcico R\$ 1,30/kg, L-lisina R\$ 6,22/kg, DL-metionina R\$ 23,33/kg, L-Treonina R\$ 10,89/kg, L-triptofano R\$ 53,30/kg, sal R\$ 0,32/kg, calcário R\$ 0,34/kg, premix mineral e vitamínico R\$ 4,64/kg, BHT R\$ 4,51/kg.

2.4 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados para controlar as diferenças iniciais de peso. Os dados de desempenho, digestibilidade das dietas, órgãos e morfometria intestinal foram analisados quanto à distribuição dos erros (teste de Cramer Van-Misses a 5%) segundo Everitt (1998). Atendendo às pressuposições estatísticas, esses dados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade e posterior teste Tukey (ao nível de até 5% de probabilidade) comparando-se as demais dietas com a dieta controle. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do procedimento “General Linear Models” (GLM) do software estatístico “Statistical Analysis System” (SAS, 9.2). O modelo matemático utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + N_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, no bloco j, recebendo restrição energética i;

μ = média geral observada;

N_i = Efeito da restrição energética i ($i = 0, 10, 10, 20$ e 20%);

B_j = efeito do bloco j ;

ϵ_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química e energética do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (Tabela 3) apresentou valores de MS, MO e PB próximos aos encontrados por Correia et al. (2006), Lousada Júnior et al. (2006) e Ferreira et al. (2009). Quanto ao percentual de MM, observa-se alta variabilidade (6,78 a 10,08%) entre os trabalhos publicados (CORREIA et al., 2006; JÚNIOR et al., 2006; ROGÉRIO et al., 2007).

Embora, o alimento testado tenha apresentado elevada concentração de EB, o seu conteúdo de EE foi baixo (Tabela 3), porém, similares aos verificados por Lousada Junior et al. (2006) e Rogério et al. (2007).

As concentrações de FDN, FDA, CHO do farelo do resíduo do processamento do abacaxi foram elevadas, no entanto, foram semelhantes às encontradas na literatura, com valores variando para FDN de 60,70 a 72,12%, FDA de 24,10 a 34,41% (CORREIA et al., 2006; FERREIRA et al., 2009; ROGÉRIO et al., 2007). Dessa forma, ao analisar sua composição química, o farelo do resíduo do processamento do abacaxi é classificado como alimento fibroso, por apresentar alto valor de fibra dietética, baixo valor de PB (7,84%) e energia digestível (ED) (734,39 kcal/kg). O alto valor de FDN (70,50%) refletiu diretamente no baixo valor de CNF (14,27%). Lousada Júnior et al. (2006) e Rogério et al. (2007), obtiveram concentrações semelhantes de CNF 16,79 e 14,07, respectivamente.

Os valores observados para celulose, hemicelulose e lignina foram de 28,10; 41,62 e 8,70%, respectivamente. De modo semelhante, Correia et al. (2006) 24,00; 38,40 e 6,11%, Lousada Júnior et al. (2006) 25,91; 40,65 e 5,29%, Rogério et al. (2007) 37,74; 31,73 e 10,05% e Ferreira et al. (2009) 11,30; 36,60 e 10,50%, observaram valores para celulose, hemicelulose e lignina, respectivamente. Sabe-se, que as concentrações de carboidratos estruturais presentes nos alimentos interferem na digestibilidade dos nutrientes pelos suínos, por não produzirem enzimas digestivas que clivem as ligações betas entre os carbonos. Assim, as concentrações de celulose, hemicelulose e lignina

interferem diretamente no aproveitamento dos nutrientes e na digestibilidade da energia.

Tabela 3 - Composição química e energética (CQE), coeficientes de digestibilidade (CD), nutrientes e energia digestível (NED) e energia metabolizável aparente (EMA) do farelo de resíduo do processamento do abacaxi e da manga¹

Nutrientes (%)	Resíduo de abacaxi			
	CQE	CD	NED	EMA
EB (kcal/kg)	4175,05	17,59	734,39	509,16
Matéria seca	88,87	31,22	27,74	-
Matéria orgânica	93,82	29,88	28,03	-
Matéria mineral	6,04	27,26	1,65	-
Proteína bruta	7,84	33,28	2,61	-
Extrato etéreo	1,35	-	-	-
Fibra em detergente neutro	70,50	57,88	40,80	-
Fibra em detergente ácido	28,88	22,96	6,63	-
Carboidratos totais	84,77	-	-	-
Carboidratos não fibrosos	14,27	-	-	-
Hemicelulose	41,62	-	-	-
Celulose	20,18	-	-	-
Lignina	8,70	-	-	-

Nutrientes (%)	Resíduo de manga			
	CQE	CD	NED	EMA
EB (kcal/kg)	4348,49	29,53	1284,17	1119,43
Matéria seca	80,70	38,93	31,42	-
Matéria orgânica	96,05	35,63	34,22	-
Matéria mineral	3,69	15,65	0,58	-
Proteína bruta	8,28	66,81	5,53	-
Extrato etéreo	5,46	57,42	3,13	-
Fibra em detergente neutro	34,30	70,62	24,22	-
Fibra em detergente ácido	30,82	29,25	9,01	-
Carboidratos totais	83,01	-	-	-
Carboidratos não fibrosos	48,71	-	-	-
Hemicelulose	3,48	-	-	-
Celulose	23,04	-	-	-
Lignina	7,78	-	-	-

¹Valores expressos na matéria seca; EB – Energia bruta; EMA - Energia metabolizável aparente

Comparando-se os coeficientes de digestibilidade de todos os nutrientes do farelo do resíduo do processamento do abacaxi com os nutrientes do milho grão (7,8% PB), do sorgo com baixo tanino, da mandioca integral raspa e do farelo de trigo que são os principais alimentos energéticos para suínos no Brasil, o aproveitamento dos nutrientes do farelo do resíduo do processamento do abacaxi pelos suínos na fase final de terminação foi inferior aos nutrientes desses alimentos (ROSTAGNO et al., 2011). Fazendo-se comparação com os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do milho e do farelo do resíduo do processamento do abacaxi para suínos os valores são de MO (90,00 vs 29,88%), PB (85,00 vs 33,28%), FDN (66,40 vs 57,88%), FDA

(68,00 vs 22,96%), respectivamente. Comparando-se o sorgo forrageiro com o farelo do resíduo do processamento do abacaxi, esses valores são de MO (86,5 vs 29,88%), PB (85,00 vs 33,28%), FDN (73,21 vs 57,88%), FDA (85,4 vs 22,96%), respectivamente. Comparando-se a mandioca integral raspa com o farelo do resíduo do processamento do abacaxi, esses valores são de MO (90,00 vs 29,88%), PB (35,00 vs 33,28%), FDN (59,00 vs 57,88%), respectivamente. Por fim, comparando-se com o farelo trigo esses valores são de MO (64,40 vs 29,88%), PB (79,00 vs 33,28%), FDN (50,44 vs 57,88%), FDA (52,40 vs 22,96%), respectivamente (ROSTAGNO et al., 2011).

Devido à baixa concentração de extrato etéreo contido no farelo do resíduo do processamento do abacaxi não foi possível obter o coeficiente de digestibilidade e EE digestível. No entanto, a baixa concentração de EE (1,35%) associada à alta concentração de celulose (20,18%), hemicelulose (41,62%) e lignina (8,70%), podem ter interferido na energia digestível do farelo do resíduo do processamento do abacaxi. Por outro lado, considerando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi como um alimento fibroso para suínos em terminação, o percentual de aproveitamento da fração fibrosa está dentro da faixa padrão para outros alimentos fibrosos como, por exemplo, casca de soja, casca de girassol e farelo de colza. De modo geral, o coeficiente de digestibilidade da fração fibrosa de alimentos com alto teor de fibra é inferior a 50% para suínos na fase de terminação (NOBLET & MILGEN, 2004).

Apesar do alto valor de energia bruta contida no farelo do resíduo do processamento do abacaxi, os suínos na fase de terminação conseguiram aproveitar somente 12,20% dessa energia como energia metabolizável (4.175,05 kcal/kg de EB vs 509,16 kcal/kg de EM). Deve-se, portanto, considerar a sua menor contribuição de energia e proteína em relação ao milho ao formular dietas para suínos. O milho com 7,8% de PB apresenta valor de EMA de 3.340 kcal/kg (ROSTAGNO et al., 2011), nesse sentido, o farelo do resíduo do processamento do abacaxi apresentou 509,16 kcal/kg.

Ao comparar os valores de composição química do farelo do resíduo do processamento da manga (Tabela 3) com valores observados por Vieira et al. (2008) observa-se uma variação nos resultados, sendo para MS 92,2%, PB 3,9%, FDN 37,20%, FDA 21,8%, CNF 44,67%, EE 4,4% e MM 2,1% e 3906 kcal/kg. Entretanto,

encontraram valores similares para CHO (81,92%). Por outro lado, Lima et al. (2011) e Aragão et al. (2012) observaram 94,10 e 89,53% MS, 4,44 e 4,47% PB, 30,24 e 22,86% FDN, 19,96 e 15,30% FDA, 86,33 e 86,75% CHO, 56,09 e 63,89% CNF e 3724,00 e 4456,28 kcal/kg EM, respectivamente. Essa diferença na composição nutricional do farelo do resíduo de manga pode ter ocorrido por alguns fatores, entre eles destacam-se, o processamento das frutas pela agroindústria, variedade, local de cultivo e a forma pela qual o farelo foi produzido.

Embora, o farelo do resíduo do processamento da manga tenha apresentado baixa percentagem de EE (5,46%) e PB (8,28%), a proteína do resíduo de manga é rica em lisina, e, o extrato etéreo contém quantidades apreciáveis de ácidos graxos insaturados, como oleico e o linoleico (SÓLIS-FUENTES & DURAN-de-BÁZUA, 2004; JOSEPH, 1995).

Fazendo-se comparação com os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes do milho para suínos proposto por Rostagno et al. (2011) os valores são de MO (90,00 vs 35,63%), PB (85,00 vs 66,81%), EE (90,00 vs 57,42%), FDN (66,40 vs 70,62%), FDA (68,00 vs 29,25%) para milho e farelo do resíduo do processamento da manga, respectivamente. Comparando-se com o sorgo forrageiro, esses valores são de MO (86,50 vs 35,63%), PB (85,00 vs 66,81%), EE (80,00 vs 57,42%), FDN (73,21 vs 70,62%), FDA (85,4 vs 29,25%) para o sorgo e o farelo do resíduo do processamento da manga, respectivamente. Comparando-se com a mandioca integral raspa, esses valores são de MO (90,00 vs 35,63%), PB (35,00 vs 66,81%), EE (42,50 vs 57,42%), FDN (59,00 vs 70,62%), para a mandioca integral raspa e o farelo do resíduo do processamento da manga, respectivamente. Por fim, comparando-se com o farelo trigo esses valores são de MO (64,40 vs 35,63%), PB (79,00 vs 66,81%), EE (60,00 vs 57,42%), FDN (50,44 vs 70,62%), FDA (52,40 vs 29,25%) para o farelo de trigo e o farelo do resíduo do processamento da manga, respectivamente (ROSTAGNO et al., 2011). O coeficiente de digestibilidade da FDN (70,62) para farelo do resíduo do processamento da manga foi melhor, quando comparado ao do milho (66,40%), da mandioca integral raspa (59,00%) e ao do farelo de trigo (50,44%), respectivamente.

Um dos fatores limitantes ao uso de resíduo do processamento de frutas para suínos é a alta concentração de fibra dietética, que tem digestibilidade inferior aos nutrientes como amido, açúcares, proteínas e lipídios (80 a 100% de digestibilidade), o

aumento da concentração dos carboidratos estruturais reduz a concentração de energia da dieta, pois, os polissacarídeos não amiláceos além de apresentar menor coeficiente de digestibilidade de sua fração, irá também reduzir a digestibilidade aparente fecal dos outros nutrientes dietéticos como proteína e gordura, resultando em menor valor de energia metabolizável (Le GOFF & NOBLET, 2001; URRIOLO & STEIN, 2012).

As variações no aproveitamento da fibra dietética estão relacionadas com sua origem botânica e, conseqüentemente, dependendo dos ingredientes utilizados na dieta, observam-se efeitos variáveis na digestibilidade da energia dietética. Contudo, a digestibilidade da energia em alimentos fibrosos pode ser ligeiramente modificada pela adição de enzimas exógenas e tratamento tecnológico como, por exemplo, a peletização que aumenta a digestibilidade da energia dos alimentos (PARTRIDGE, 2001; NOBLET & MILGEN, 2004). Por outro lado, em programas de restrição alimentar qualitativa, a inclusão de ingredientes fibrosos tais como, farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga, torna-se interessante como diluidor energético das dietas. No entanto, essa inclusão deve ser previamente avaliada de modo a verificar possíveis efeitos negativos sobre a digestibilidade dos nutrientes e da energia.

A composição aminoácídica contida na proteína bruta dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga (Tabela 4) é semelhante à composição do milho apresentada por Rostagno et al. (2011). Os aminoácidos encontrados em maiores quantidades nos alimentos testados foram ácido glutâmico, ácido aspártico e leucina. Ao compararmos os valores de lisina, metionina, met+cis, treonina e triptofano dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga com os valores contidos no milho observamos valores de 0,282; 0,281; 0,190 para lisina, 0,087; 0,105; 0,150 para metionina, 0,176; 0,187; 0,320 para met + cis, 0,288; 0,229; 0,260 para treonina e 0,085; 0,076; 0,060 para triptofano, respectivamente. A avaliação proteica dos alimentos utilizados para suínos é de extrema importância, pois as proteínas que são deficientes em um ou mais aminoácidos são consideradas de baixa qualidade nutricional. No entanto, para o atendimento das necessidades nutricionais de suínos, dietas constituídas à base dos farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga em estudo devem ser suplementadas com os aminoácidos industriais.

Tabela 4 - Composição aminoacídica dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga

Aminoácido	Conteúdo (%)*		AA (%) na PB	
	Resíduo abacaxi	Resíduo manga	Resíduo abacaxi	Resíduo manga
Metionina	0,087	0,105	1,222	1,831
Cistina	0,089	0,082	1,250	1,424
Metionina + Cistina	0,176	0,187	2,472	3,254
Lisina	0,282	0,281	3,958	4,881
Treonina	0,288	0,229	4,042	3,983
Triptofano	0,085	0,076	1,194	1,322
Arginina	0,256	0,312	3,597	5,424
Isoleucina	0,273	0,249	3,833	4,322
Leucina	0,438	0,429	6,139	7,441
Valina	0,332	0,310	4,653	5,390
Histidina	0,095	0,130	1,333	2,254
Fenilalanina	0,302	0,265	4,236	4,593
Glicina	0,340	0,255	4,764	4,424
Serina	0,291	0,262	4,083	4,542
Prolina	0,237	0,247	3,319	4,288
Alanina	0,393	0,304	5,514	5,271
Ácido aspártico	0,598	0,511	8,389	8,864
Ácido glutâmico	0,679	0,733	9,528	12,729
Total (sem NH ₃)	4,980	4,704	69,861	81,661
Amônia	0,149	0,107	2,097	1,864
Total	5,129	4,811	71,958	83,525

*Valor padronizado para uma matéria seca de 88%; AA=Aminoácido; PB=Proteína bruta

Para os coeficientes de digestibilidade, os resultados demonstraram diferença para os parâmetros avaliados pelos níveis de restrição energética da ração utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga para suínos com $87,78 \pm 3,00$ kg de peso vivo (Tabela 5). Os coeficientes de digestibilidade para MS, PB, EE e EB apresentaram redução em comparação à dieta controle variando de 2,67 a 15,68%; 1,71 a 35,89%; 6,23 a 77,07%; e 2,94 a 19,64%, respectivamente. Demonstrando que o farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga pode ser utilizado para diluir a energia das dietas de suínos.

Observação de que a restrição energética associada à fração fibrosa do alimento pode reduzir a digestibilidade e a absorção dos nutrientes, foi anteriormente verificada por Yde et al. (2011), Urriola & Stein (2012) e Ziemer et al. (2012), sendo associada aos efeitos físicos que a mesma causa no trato digestivo. Do ponto de vista nutricional o tipo da fibra dietética pode interferir na interação enzima/substrato, aumentar ou reduzir a viscosidade do quimo e a velocidade de passagem dos alimentos, dificultando a ação das enzimas endógenas, influenciando assim, de forma direta na digestibilidade dos nutrientes e da energia.

Tabela 5 - Valores médios e coeficiente de variação (CV), obtidos para os coeficientes de digestibilidade e disponibilidade de rações com diferentes níveis de restrição alimentar energética para suínos com $87 \pm 3,00$ kg de peso vivo

Variáveis (%)	Nível de restrição energética ¹					CV (%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM			
Coeficientes de Digestibilidade								
Matéria seca	83,38a	77,89c	70,31d	78,08bc	81,15ab	2,45	1,91	0,001
Proteína bruta	70,96a	73,19a	45,49b	69,75a	68,83a	6,56	4,31	0,001
Extrato etéreo	68,83a	24,08c	15,78c	43,13b	64,57a	19,65	8,71	0,001
Matéria mineral	12,46d	42,50b	19,89c	45,32b	52,42a	10,31	3,67	0,001
Fibra em detergente neutro	75,95b	66,60c	56,45d	74,94b	81,78a	3,49	2,49	0,001
Fibra em detergente ácido	62,92a	57,91 ^a	27,25b	64,87a	62,40a	13,54	7,46	0,001
Energia bruta	81,50a	75,22bc	65,49d	74,26c	79,10ab	3,34	2,51	0,001

¹0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Landín et al. (2014) observaram redução média de 5% na digestibilidade da PB e EB, a medida que aumentava o teor de fibra insolúvel na dieta. Segundo os autores, a fibra insolúvel é conhecida por elevar a perda endógena da proteína e reduzir a contribuição das proteínas e aminoácidos, porque aumenta a secreção de mucina, bem como a escamação das células da mucosa intestinal devido seu efeito abrasivo. A redução na digestibilidade da energia está relacionada ao aumento da taxa de passagem da digesta, bem como, a baixa fermentabilidade da fração insolúvel no ceco e colón. De forma semelhante, Stewart et al. (2013), incluindo 30% de casca de soja nas rações para suínos em terminação, observaram redução na digestibilidade de 12,48% para PB, 18,58% para EE e 24,48 para EB, em relação a ração basal.

Com os animais apresentando peso vivo médio de $118,29 \pm 6,21$ kg os coeficientes de digestibilidade para MS apresentaram redução em comparação à dieta controle para os tratamentos 10%RM, 20%RA e 20%RM, sendo uma redução de 13,23; 3,44; 7,69%, respectivamente (Tabela 6). Para a PB a diferença observada foi para as rações contendo farelo do resíduo do processamento da manga 10%RM e 20%RM, com redução da digestibilidade de 22,13% e 20,30%, respectivamente. De forma semelhante a PB, foi observada diferença significativa na digestibilidade do EE e FDN (10%RM), apresentando uma redução em comparação à dieta controle de 38,36% para EE e 25,72 para FDN.

Em relação à EB os coeficientes de digestibilidade foram de 75,97; 78,01; 64,60;

71,71; e 68,97% para os tratamentos 0%R, 10%RA, 10%RM, 20%RA e 20%RM, respectivamente, houve diferença significativa para os tratamentos com restrição qualitativa contendo farelo do resíduo do processamento da manga em relação à dieta controle. Embora, os animais tenham consumido ração com redução de 10 e 20% de energia utilizando farelo do resíduo do processamento do abacaxi como diluidor energético, tiveram um bom aproveitamento energético da fração fibrosa, não apresentando redução nos coeficientes de digestibilidade em relação à ração controle.

Tabela 6 - Valores médios e coeficiente de variação (CV), obtidos para os coeficientes de digestibilidade e disponibilidade de rações com diferentes níveis de restrição alimentar energética para suínos com $118,29 \pm 6,21$ kg de peso vivo

Variáveis (%)	Nível de restrição energética ¹					CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM			
Coeficientes de Digestibilidade								
Matéria seca	76,95ab	80,01a	66,77d	74,30bc	71,03cd	3,80	2,81	0,001
Proteína bruta	61,86 ^a	71,54a	48,17b	61,78a	49,30b	11,30	6,62	0,001
Extrato etéreo	56,12 ^a	55,28a	34,59b	42,86ab	50,52a	19,58	9,37	0,002
Matéria mineral	12,41c	31,25a	21,18b	32,83a	20,56b	14,75	3,49	0,001
Fibra em detergente neutro	73,01 ^a	66,97a	54,23b	67,64a	71,46a	6,72	4,48	0,001
Fibra em detergente ácido	49,99 ^a	29,50c	14,28c	31,57abc	36,60ab	35,41	11,47	0,001
Energia bruta	75,97 ^a	78,01a	64,60c	71,71ab	68,97bc	5,55	3,99	0,001

¹0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Stewart et al. (2013) observaram redução nos coeficientes de digestibilidade de 12,48 e 12,99% para energia e 24,48 e 7,69% para proteína, quando suínos em terminação quando foram submetidos a restrição energética associada ao fornecimento de casca de soja e farelo de trigo, respectivamente. Segundo Lindberg & Andersson, (1998), existe uma relação entre o conteúdo de energia, o teor de fibra bruta e de fibra em detergente neutro das dietas, com a redução na digestibilidade total dos nutrientes e da energia.

As variáveis, consumo diário de ração na fase dos 70 aos 100 kg e conversão alimentar na fase dos 70 aos 130 kg foram influenciadas pela restrição alimentar qualitativa (Tabela 7). Os animais na faixa de peso dos 70 aos 100 kg submetidos à dieta 20%RA reduziram em 12,41% o CDR quando comparados aos animais submetidos à dieta controle. Trabalhos relatam que, suínos aumentam a ingestão diária

de ração quando a concentração de energia é reduzida, pois, tentam atender a uma determinada demanda de energia, aumentando o consumo de ração (FRANK et al., 1983; LEE et al., 2002). No entanto, essa hipótese não foi observada, o que está de acordo com Shaw et al. (2002) e Hinson et al. (2005).

Uma das razões pode estar relacionada ao aumento do volume da ração, que é uma consequência da inclusão de ingredientes fibrosos na dieta, aumentando o preenchimento do intestino, o que limita a capacidade de consumir quantidades adequadas de ração para satisfazer suas necessidades energéticas (BARNES et al., 2010). Outra razão seria a característica físico-química do farelo utilizado, bem como a capacidade dos animais em utilizar a fonte de fibra dietética para suprir suas necessidades diárias de nutrientes e energia.

Tabela 7 - Valores médios das variáveis de desempenho, consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar (CA) em suínos submetidos à restrição alimentar

Variáveis (kg)	Nível de restrição energética ¹					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
	Médias dos 70 aos 100 kg								
CDR (kg/dia)	4,35a	3,86ab	4,01ab	3,81b	4,04ab	4,01	7,84	0,31	0,054
GDP (kg/dia)	1,31	1,22	1,24	1,12	1,11	1,20	11,02	0,13	0,060
CA (kg/kg)	3,33	3,22	3,24	3,42	3,70	3,38	11,67	0,39	0,225
Médias dos 70 aos 130 kg									
CDR (kg/dia)	4,41	4,01	3,97	3,99	4,50	4,17	14,43	0,60	0,383
GDP (kg/dia)	1,20	1,14	1,13	1,10	1,04	1,11	11,48	0,13	0,238
CA (kg/kg)	3,68ab	3,52b	3,51b	3,78ab	4,35a	3,77	12,76	0,48	0,033

¹0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, X= média geral, CV= coeficiente de variação; EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Comportamento semelhante para o CDR também foi verificado por Crosswhite et al. (2013), que trabalhando com a inclusão de polpa cítrica na dieta de suínos, notaram redução de 3,96 a 37,72% em relação aos animais submetidos a dieta controle. Utilizando a mesma fonte de fibra dietética Watanabe et al. (2010), não observaram diferença significativa para a mesma variável. Segundo os autores, esperava-se que pela capacidade de retenção de água da polpa cítrica e pelas propriedades da sua fração de fibra solúvel, haveria redução no consumo de ração, pela limitação física do trato digestivo do animal.

Embora, tenha-se observado redução no consumo de ração ($P < 0,05$), não foi observada redução no ganho de peso ($P > 0,05$), demonstrando melhor eficiência na conversão da energia em ganho de peso, mesmo com a menor disponibilidade de energia devido ao aumento dos níveis de restrição qualitativa. De forma semelhante, Rezende et al. (2006), não observaram efeitos sobre o GDP de suínos do 60 aos 90 kg quando foram submetidos a diferentes níveis de restrição energética.

No entanto, reduções no ganho de peso de suínos submetidos à restrição alimentar foram observadas anteriormente por Daza et al. (2003) e Serrano et al. (2009), sugerindo uma redução na disponibilidade dos nutrientes e da energia para a produção, havendo modificação no metabolismo para a utilização da energia, sendo que, a maior parte da energia metabolizável é utilizada para manutenção do animal, ao mesmo tempo, a maior fração dessa energia retida no organismo é mantida como proteína, assim, esses dois mecanismos opostos estão relacionados com o ganho de peso de animais submetidos restrição alimentar (LOVATTO et al., 2006).

Melhora na CA foi observada, para os animais na faixa de peso dos 70 aos 130 kg que receberam rações contendo redução energética de 10% em relação à restrição de 20% com farelo do resíduo do processamento da manga (Tabela 7). Fraga et al. (2008), observaram piora na CA em relação à ração controle de 4,47; 8,56; 10,00; e 16,38% à medida que restringia em 4,90; 10,18; 15,17; e 20,16% de energia digestível da ração utilizando casca de arroz, respectivamente.

A restrição energética em nível de 10% com resíduo do processamento da manga (10%RM) promoveu aumento do peso relativo do estômago cheio em relação à dieta controle (Tabela 8). Para o peso do estômago vazio as dietas de 10%RA, 20%RA e 20%RM apresentaram aumento em relação à dieta controle.

A fermentação da fração fibrosa ocorre no ceco e colón de suínos, dessa forma, quando adicionam-se alimentos fibrosos a dieta estes segmentos do intestino grosso podem ser influenciados. O nível de restrição de 20% promoveu aumento do colón cheio em relação à dieta controle, podendo está relacionado com o maior conteúdo de fibra nas dietas e maior conteúdo fecal disponível para fermentação microbiana. Ademais, os órgãos responsáveis pela produção e secreção de enzimas digestivas também podem ser influenciados pelos efeitos da fibra na ração. Nesse sentido, houve aumento do peso do pâncreas em animais submetidos à dieta com 20% de restrição

utilizando o farelo do resíduo do processamento da manga em comparação a dieta controle.

Tabela 8 – Efeito da restrição dos 70 aos 130 kg sobre o peso relativo do estômago, intestino delgado (ID), ceco, cólon, fígado, pâncreas e vesícula biliar de suínos

Variáveis (kg)	Nível de restrição energética ¹					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
Estômago cheio	0,77b	0,99ab	1,33a	1,04ab	1,13ab	1,05	20,72	0,22	0,003
Estômago vazio	0,53b	0,66 ^a	0,60ab	0,66a	0,68a	0,63	10,10	0,06	0,002
ID cheio	1,99b	2,29ab	2,41ab	2,57a	2,47ab	2,35	14,61	0,34	0,060
ID vazio	1,25	1,33	1,33	1,48	1,36	1,35	13,68	0,18	0,301
Ceco cheio	0,67	0,79	0,85	1,10	0,74	0,83	33,27	0,28	0,105
Ceco vazio	0,21	0,23	0,23	0,23	0,18	0,22	25,39	0,56	0,490
Cólon cheio	2,93b	3,65ab	3,85ab	4,60a	4,67a	3,94	16,71	0,66	0,001
Cólon vazio	1,51	1,58	1,48	1,66	1,61	1,57	10,91	0,17	0,353
Fígado	1,25	1,48	1,29	1,39	1,30	1,34	15,63	0,21	0,325
Pâncreas	0,13b	0,13b	0,14ab	0,15ab	0,17a	0,14	11,81	0,02	0,007
Vesícula biliar	0,07	0,10	0,07	0,11	0,10	0,09	40,14	0,04	0,204

¹0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, X= média geral, CV= coeficiente de variação; EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

O aumento da fração fibrosa na ração pode promover elevação nas secreções de enzimas digestivas e sais biliares, promovendo maior volume do quimo e consequentemente distensão e hipertrofia da musculatura do estômago, além de promover maior desenvolvimento da mucosa e hipertrofia das células do intestino grosso, acarretando em elevação do peso destas porções do trato digestivo (LOW, 1989; HANSEN et al., 1992; PLUSKE et al., 1998).

Em concordância, Gomes et al. (2006) observaram aumento do trato gastrointestinal de suínos que consumiram ração contendo 10% de feno de alfafa. Watanabe et al. (2010), testando a inclusão de diferentes níveis de polpa cítrica para suínos em programa de restrição alimentar qualitativa, observaram aumento linear para o peso do estômago, cólon e fígado, e efeito quadrático para o peso do ceco. PLUSKE et al. (1998) também observaram maior desenvolvimento do intestino grosso de suínos alimentados com dietas contendo fontes de fibras solúveis, afirmando que os ácidos graxos de cadeia curta resultantes da fermentação, principalmente o butirato, eram responsáveis pelo maior desenvolvimento celular da mucosa do cólon.

A altura do vilo, espessura da mucosa e relação vilo:cripta de suínos

submetidos à restrição alimentar apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 9).

Tabela 9 - Efeito da restrição alimentar sobre altura de vilo (AV), profundidade de cripta (PC), espessura da mucosa (EM) e relação vilo:cripta (RVC) do duodeno de suínos

Variáveis (µm)	Nível de restrição energética ¹					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
AV	935,29a	675,26c	819,86abc	889,52ab	743,77bc	812,74	32,62	265,08	0,001
PC	932,40	910,90	640,60	638,30	862,70	796,98	50,41	473,46	0,060
EM	1.867,70a	1.571,40ab	1.460,50b	1.527,80ab	1.606,40ab	1.606,76	37,73	606,16	0,053
RVC	1,24bc	0,84c	1,43b	2,14 ^a	1,17bc	1,36	64,74	0,88	0,001

¹0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, X= média geral, CV= coeficiente de variação; EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Os animais submetidos às dietas 10%RA e 20%RM apresentaram menor altura de vilo em relação aos que receberam a dieta controle. Para espessura da mucosa os animais que foram submetidos à dieta 10%RM apresentaram redução de 21% em relação à dieta controle. No entanto, para relação vilo:cripta os animais que foram submetidos a dieta 20%RM, apresentaram um aumento em relação a dieta controle. Trabalhos relatam que, o aumento do consumo da fibra dietética aumenta a viscosidade da digesta causando perda e atrofia das vilosidades, aumento da profundidade de cripta e redução na espessura da mucosa intestinal (MONTAGNE et al., 2003; DONG & PLUSKE, 2007).

A redução da quantidade de energia e nutrientes oferecidos aos animais influenciou negativamente o desenvolvimento do intestino delgado reduzindo sua espessura e consequentemente a superfície de absorção dos nutrientes. Pluske et al. (1997) demonstraram que a altura das vilosidades correlaciona-se positivamente com o ganho de peso corporal e consumo de nutrientes. Igualmente, Dong & Pluske (2007) relataram que o desenvolvimento intestinal está diretamente relacionado ao consumo de alimento, animais submetidos à alimentação restrita apresentam menor desenvolvimento do intestino e, consequentemente, menor aproveitamento dos nutrientes e da energia.

Não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de restrição alimentar associados ao fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga sobre o custo em ração por quilograma de peso vivo, índice de eficiência

econômica e índice de custo de suínos na fase de terminação (Tabela 10).

Tabela 10 - Peso inicial, peso final, custo do farelo (CF), custo de ração (CR1, R\$/kg), custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CR2), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de suínos

Variáveis (kg)	Nível de restrição energética ¹					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
Médias dos 70 aos 130 kg									
Peso inicial	74,48	74,23	74,40	74,48	74,58	74,44	3,29	2,45	0,999
Peso final	140,42	136,92	136,57	132,67	131,92	135,70	5,14	6,97	0,238
CF, R\$/kg	-	0,39	0,28	0,39	0,28	-	-	-	-
CR1, R\$/kg	1,23	1,16	1,13	1,10	1,04	1,13	-	-	-
CR2, R\$/kg/PV	4,53	4,08	3,98	4,10	4,54	4,24	12,52	0,53	0,226
IEE (%)	88,87	98,36	101,08	98,17	89,54	95,24	11,83	11,26	0,238
IC (%)	113,85	102,43	99,94	103,04	113,97	106,65	12,52	13,36	0,226

¹0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, X= média geral, CV= coeficiente de variação; EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Esses resultados demonstram que do ponto de vista econômico o produtor pode optar por produzir animais mais pesados, e carcaças com maior proporção de carne e menor gordura, sem, no entanto, ter prejuízos econômicos. Dados diferentes foram observados por Quadros et al. (2008), que, ao utilizarem ingrediente fibroso nas dietas, acarretou em aumento nos custos das rações. Watanabe et al. (2009), utilizando suínos em terminação submetidos a restrição qualitativa associada a polpa cítrica, concluiu que em função do preço da polpa cítrica e do aumento da porcentagem desse ingrediente na dieta, não se justifica sua utilização. Fraga et al. (2008) observaram que somente quando as diferenças de preços entre o ingrediente energético das dietas, normalmente o milho, e o diluente energético, um ingrediente rico em fibra, fossem superiores a quatro vezes, é que esta substituição podia ser economicamente viável.

4 CONCLUSÕES

Os farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga podem ser utilizados na alimentação de suínos em terminação submetidos a programas de restrição alimentar qualitativa, tendo em vista ter diminuído a digestibilidade das rações teste. A

restrição energética em nível de 10% deve ser utilizada desde que seja economicamente viável em relação às dietas composta com milho e farelo de soja.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, A. S. L. et al. Farelo de manga na dieta de cordeiros em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 4, p. 967-973, 2012.

BARBOSA, H. P. et al. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 827-837, 1992.

BARNES, J. A. et al. **Effects of wheat middlings and choice white grease in diets on the growth performance, carcass characteristics, and carcass fat quality in growing-finishing pigs**. 2010. Kansas State Univ. Swine Day Report. <<http://krex.kstate.edu/dspace/handle/2097/6568>> (Acessado em 20 setembro de 2014).

BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n.8, p. 969-74, 1985.

CORREIA, M. X. C. et al. Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1822-1828, 2006.

CROSSWHITE, J. D. et al. The effect of dietary citrus pulp on the growth, feed efficiency, carcass merit, and lean quality of finishing pigs. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, n. 4, p. 345-358, 2013.

DAZA, A. et al. Effect on pig performance of feed restriction during the growth period. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 4, p. 3-8, 2003.

DONG, G. Z.; PLUSKE, J. R. The low feed intake in newly weaned pigs: problems and possible solutions. **Asian-Australasian Journal Animal Science**, v. 20, n. 3, p. 440-452, 2007.

EVERITT, B. S. The Cambridge Dictionary of Statistics. **Cambridge: Cambridge University Press**, 1998, 360p.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: EWAN, R. C. **Swine nutrition**. SI: Butterworth-Henemann, 1991, p. 121.

FANG, L. et al. Long-term intake of raw potato starch decreases back fat thickness and dressing percentage but has no effect on the longissimus muscle quality of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 170, n. 79, p. 116-123, 2014.

FERREIRA, A. C. H. et al. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 223-229, 2009.

FRAGA, A. L. et al. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 869-875, 2008.

FRANK, G. R.; AHERNE, F. X; JENSEN, A. H. A study of the relationship between performance and dietary component digestibilities by swine fed different levels of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 57, n. 3, p. 645-654, 1983.

GOMES, J. D. F. et al. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 2, p. 202-209, 2006.

HANSEN, I. K.; KNUDSEN, E. B.; EGGUM, B. O. Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fiber. **British Journal of Nutrition**, v. 68, n.2, p. 451-459, 1992.

HELENO, R. A. et al. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (*Cerdocyonthous*) de vida livre. **Biotemas**, v. 24, n. 4, p. 111-119, 2011.

HINSON, R. at al. The effect of feeding low nutrient excretion diets with the addition of soybean hulls and non-sulfur trace minerals on growth performance and carcass characteristics in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, (Suppl. 2):214, 2005.

IBRAF. [online] **Estatísticas: produção brasileira de frutas**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_processadas.asp>. Acesso em: 26 out. 2014.

LANDÍN, G. M.; SOUZA, T. C. R.; RODRÍGUEZ, E. R. Effects of corn gluten feed inclusion at graded levels in a corn-soybean diet on the ileal and fecal digestibility of growing pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 5, n.1, p. 1-6, 2014.

LE GOFF, G.; NOBLET, J. Comparative digestibility of dietary energy and nutrients in growing pigs and adult sows. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 9, p. 2418-2427, 2001.

LEE, C. Y. et al. Effects of restricted feeding, low-energy diet, and implantation of trenbolone acetate plus estradiol on growth, carcass traits, and circulating concentrations of insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein –3 in finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 1, p. 84-93. 2002.

LIMA, M. R. et al. Farelo de resíduo de manga para tilápia do Nilo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 65-71, 2011.

LINDBERG, J. E.; ANDERSSON, C. The nutritive value of barley-based diets with forage meal inclusion for growing pigs based on total tract digestibility and nitrogen utilization. **Livestock Production Science**, v. 56, n. 1, p. 43-52, 1998.

LOUSADA JUNIOR, J. E. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

LOVATTO, P. A. et al. Effects of feed restriction and subsequent refeeding on energy utilization in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 12, p. 3329-3336, 2006.

LOW, A. G. Secretory responses of the pig gut to non-starch polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, n. 1-3, p. 55-65, 1989.

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

MATTERSON, L. D. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v. 7, n. 39, p. 11-14, 1965.

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 4, p. 95-117, 2003.

NOBLET, J.; MILGEN, J. V. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v. 82, E. Suppl., p. 229-238, 2004.

OLIVEIRA, V. et al. Desempenho e composição corporal de suínos alimentados com dietas com baixos teores de proteína bruta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1775-1780, 2006.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Desempenho e composição corporal de suínos alimentados com dietas com baixos teores de proteína bruta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, p.1775-1780, 2006.

PARTRIDGE, G. G. **The role of carbohydrase enzymes in pig nutrition**. In: *Enzymes in Farm Animal Nutrition*. Ed. CABI Publishing, Oxon, U.K., p.161-197, 2001.

PASCOAL, L. A. F; WATANABE, P. H. Fibra dietética na nutrição de suínos. In: SAKAMURA, N. K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal – SP: Funep, 2014, p. 358.

PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v. 51, n. 3, p. 215-236, 1997.

PLUSKE, J. R.; PETHICK, D. W.; MULLAN, B. P. Differential effects of feeding fermentable carbohydrate to growing pig on performance, gut size and slaughter characteristics. **Animal Science**, v. 67, n. 1, p. 147-156, 1998.

QUADROS, A. R. B. et al. Inclusão de diferentes níveis de casca de soja moída em dietas isoenergéticas para suínos em crescimento e terminação. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 463-469, 2008.

REZENDE, W. O. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1101-1106, 2006.

ROGÉRIO, M. C. P. et al. Valor nutritivo do resíduo da indústria processadora de abacaxi (*Ananas comosus* L.) em dietas para ovinos. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 3, p. 773-781, 2007.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2011. 141p.

SAKOMURA, N. K. ; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SCOTT, T. A.; BOLDAJI, F. Comparisson of inert markers [Chromic oxide or insoluble ash (Celite TM)] for determining apparent metabolizable energy of wheat or barley based broiler diets whit or whithout enzymes. **Poultry Science**, v. 76, n. 9, p. 594-598, 1997.

SERRANO, M. P. et al. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 5, p. 1676-1685, 2009.

SHAW, D. T. et al. Impact of vitamin and mineral supplement withdrawal and wheat middlings inclusion on finishing pig growth performance, fecal mineral concentration, carcass characteristics, and the nutrient content and oxidative stability of pork. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 11, p. 2920-2930, 2002.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems associates with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, n. 3, p. 313-325, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STEWART, L. L. et al. Effects of dietary soybean hulls and wheat middlings on body composition, nutrient and energy retention, and the net energy of diets and ingredients fed to growing and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2756-2765, 2013.

URRIOLA, P. E.; STEIN, H. H. Comparative digestibility of energy and nutrients in fibrous feed ingredients fed to Meishan and Yorkshire pigs. **Journal of Animal Science**, v.90, n.3, p. 802-812, 2012.

URRIOLA, P. E.; STEIN, H. H. Comparative digestibility of energy and nutrients in fibrous feed ingredients fed to Meishan and Yorkshire pigs. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 3, p.802-812, 2012.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VIEIRA, P. A. et al. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n. 12, p. 2173-2178, 2008.

WATANABE, P. H. et al. Effect of inclusion of citrus pulp in the diets of finishing swines. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n.3, p. 709-718, 2010.

WATANABE, P. H. et al. Receita bruta e líquida parcial e custo de dietas contendo polpa cítrica para suínos abatidos com 130kg de peso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 1, p. 203-210, 2009.

YDE, C. C. et al. Effects of high dietary fibre diets formulated from by-products from vegetable and agricultural industries on plasma metabolites in gestating sows. **Archives of Animal Nutrition**, v. 65, n. 6, p. 460-476, 2011.

ZIEMER, C. J. et al. Effects of feeding fiber-fermenting bacteria to pigs on nutrient digestion, fecal output, and plasma energy metabolites. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 4020-4027, 2012.

CAPÍTULO III

**Características de carcaça e qualidade da carne de suínos submetidos a
restrição alimentar qualitativa utilizando os resíduos de abacaxi e
manga**

Características de carcaça e qualidade da carne de suínos submetidos à restrição alimentar qualitativa utilizando os resíduos de abacaxi e manga

RESUMO

Objetivou-se avaliar a utilização dos farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga para suínos em terminação submetidos à restrição alimentar qualitativa e seus efeitos sobre as características de carcaça e qualidade da carne. Foram utilizados 30 suínos machos, castrados, da linhagem comercial Dalland, com peso médio inicial e final de $74,48 \pm 2,81$ e $135,72 \pm 7,20$ kg, respectivamente. Os tratamentos consistiram de cinco dietas experimentais, seis repetições por tratamento, totalizando 30 unidades experimentais e um animal por unidade experimental. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados. Os animais foram submetidos a uma dieta a base de milho e farelo de soja (dieta controle, 0%R), e restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (10%RA) ou da manga (10%RM), ou ainda, restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (20%RA) ou da manga (20%RM). Foi observado redução no peso da carcaça quente, peso da carcaça fria e rendimento da carcaça com o nível de 20% de restrição em relação à dieta controle. A espessura de toucinho reduziu em 29,90% para a dieta 20%RM. Os valores de proteína bruta do músculo *longissimus dorsi* de suínos submetidos à dieta 20%RA apresentaram redução de 13% em relação à dieta controle. Observou-se aumento sobre as perdas por cocção em animais que foram submetidos à dieta com 20%RM. Para análise sensorial o sabor referente à carne da dieta 10%RA teve menor aceitação pelos provadores (6,43) e a dieta 10%RA recebeu a menor nota (6,14) quando comparada as demais. A textura do músculo de suínos submetidos à restrição alimentar contendo 10% foram inferiores na opinião dos avaliadores. Conclui-se, que os farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga podem ser utilizados como diluidores energéticos em nível de 10% para suínos em terminação com elevado peso ao abate.

Palavras-chave: análise sensorial, carne suína, fibra, restrição alimentar, suíno pesado

Quality and carcass characteristics of swine meat subjected to qualitative food restriction using pineapple and mango waste

ABSTRACT

The objective was to evaluate the use of pineapple and mango bran processing waste on qualitative food restriction in swine termination diets and its effects above carcass characteristics and meat quality. Thirty castrated male pigs were used, from the Dalland commercial line, with average initial and final weight of 74.48 ± 2.81 and 135.70 ± 7.20 kg, respectively. Treatments consisted of five experimental diets using ration energy restriction through the use of pineapple and mango bran processing waste. Being, six repetitions per treatment totaling 30 experimental units and one animal per experimental unit. The experimental design was a randomized block design. The animals were submitted to a diet based on corn and soybean meal (control diet, 0%R), and energy restriction from the control diet at levels of 10% using the pineapple (10%RA) or mango (10%RM) bran processing waste, or even 20% restriction of control diet dietary energy by offering the pineapple (20%RA) or mango (20%RM) bran processing waste. Was observed weight decrease to hot carcass, cold carcass and carcass yield with the restriction level of 20% compared to the control diet. The backfat thickness decreased by 29.90% for diet 20% RM. The crude protein values of longissimus dorsi muscle from pigs submitted to diet 20% RA showed 13% decrease compared to control diet. There was an increase on cooking losses in animals that were submitted to diet with 20% RM. For the sensory taste analysis related to meat diet 10% RA was less accepted by the tasters (6.43) and received the lowest note (6.14) when compared to the other ones. It was observed for aroma that, the diet 10%RA. The pig muscle texture subjected to food restriction containing 10% was decreased in the taster's opinion. We conclude that pineapple and mango bran processing waste can be used as energy thinners for pigs in heavy termination by not giving deleterious effect on the meat quality.

Keywords: food restriction, heavy pigs, fiber, pig meat, sensory analysis

1 INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de carne suína e as exigências do mercado indicam a necessidade de se elevar a produção, bem como melhorar a qualidade da carne suína produzida no país. A qualidade dos cortes e o valor nutricional da carne tornou-se uma característica importante para o consumidor que, ciente dos benefícios trazidos por uma dieta saudável, prefere carnes mais magras. As alterações sofridas pelo mercado são influenciadas por exigências do consumidor, o qual leva os produtores a se concentrarem na produção de carne magra e saudável (CARDENIA et al., 2011).

Atendendo essa exigência do mercado, as indústrias vêm realizando abates mais tardios, com suínos mais pesados, visando uma melhor quantidade e qualidade da carcaça. Para realizar essa prática sem que haja acúmulo indesejado de gordura na carcaça é necessário restringir o consumo energético da ração adotando práticas de restrição alimentar, que pode ser quantitativa ou qualitativa (LUDKE et al., 1998). A restrição alimentar qualitativa tem-se mostrado mais vantajosa por não necessitar de adequações nas instalações e facilitar o manejo alimentar, e baseia no decréscimo do teor energético da dieta por meio da inclusão de ingredientes de baixo valor nutricional, como resíduos do processamento de alimentos.

O Brasil destaca-se como sendo grande produtor de frutas que além da comercialização “in natura”, parte da produção é destinada, ao processamento industrial para elaboração de sucos, polpas, doces e compotas. Desta forma, do campo até a indústria, são gerados resíduos em quantidades significativas, o abacaxi e a manga, por exemplo, do total de produção 45 e 50% são resíduos, totalizando aproximadamente 1,28 e 0,65 milhões de toneladas, respectivamente (IBRAF, 2014), que podem ser melhorar aproveitados na dieta animal.

Após a secagem, o resíduo dá origem ao farelo, que do ponto de vista nutricional, torna-se um alimento interessante para ser utilizado em programas de restrição alimentar devido a sua composição química. Estudos têm demonstrado que o farelo do processamento de abacaxi apresenta em sua composição bromatológica de 3,77 a 8,35% de proteína bruta, 43,53 a 72,12% de fibra em detergente neutro, 20,46 a 33,72% de fibra em detergente ácido, 24,00 a 25,91% de celulose, 40,65% de hemicelulose, 5,29 a 6,11% de lignina, 1,05 a 1,19% de extrato etéreo (CORREIA et al.,

2006; LOUSADA JÚNIOR et al., 2006). Para o farelo do resíduo do processamento da manga sua composição bromatológica tem variado de 3,77 a 3,87% de proteína bruta, 19,35 a 37,25% de fibra em detergente neutro, 18,47 a 21,84% de fibra em detergente ácido, 1,05 a 4,36% de extrato etéreo (VIEIRA et al., 2008).

Considerando o teor de fibra dietética do resíduo do processamento de abacaxi e da manga, estes tornam-se ingredientes interessantes como diluidores energéticos das rações em fase de terminação. A restrição alimentar é usualmente aplicada na fase de terminação, pois, a deposição de proteica em suínos é aumentada até uma taxa máxima que é atingida em torno de 60 kg de peso corporal, na qual é relativamente constante até atingir o peso de abate 90 a 100 kg (EWAN, 1991). Efeitos positivos sobre a qualidade da carcaça e carne utilizando resíduos do processamento de frutas já foram evidenciados por Watanabe et al. (2010), Cerisuelo et al. (2010), Stewart et al. (2013), observando redução da deposição lipídica e aumento da deposição proteica.

Ao considerar o valor nutricional do farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga, bem como as consequências positivas que podem ser causadas a qualidade da carcaça, faz necessário realizar estudos que visem a sua utilização na alimentação animal. Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga nas dietas de suínos submetidos a programa de restrição alimentar qualitativa, considerando as características quantitativas e qualitativas da carcaça, os parâmetros físico-químicos e sensoriais da carne.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalações, animais e dietas experimentais

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), Campus III da Universidade Federal da Paraíba, situado no município de Bananeiras - PB.

Os animais foram alojados na Unidade Experimental para Suínos, em baias com piso compacto, medindo 2,30 x 1,70 m, equipadas com comedouros de alvenaria e bebedouros do tipo chupeta. Durante todo período experimental as temperaturas

médias, máximas e mínimas registradas foram de $24 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $19 \pm 2^{\circ}\text{C}$ respectivamente, e umidade relativa do ar média, máxima e mínima de $86 \pm 5\%$ e $56 \pm 3\%$ respectivamente.

Foram utilizados 30 suínos machos, castrados, da linhagem comercial Dalland, com peso médio inicial e final de $74,48 \pm 2,81$ e $135,70 \pm 7,20$ kg, respectivamente. Os tratamentos consistiram de cinco dietas experimentais utilizando restrição energética da ração através da utilização do farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga. Sendo, seis repetições por tratamento, totalizando 30 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por um animal. As dietas experimentais, foram formuladas para atender as exigências nutricionais de animais de alto potencial genético, compostas basicamente por milho, farelo de soja, aminoácidos sintéticos e suplementos mineral e vitamínico de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011). Para formulação das dietas, usou-se os valores de nutrientes digestíveis e energia metabolizável de 2,61 e 2,61% de proteína; 40,80 e 24,22% de fibra em detergente neutro; 6,63 e 9,01% de fibra em detergente ácido e 509,16 e 1119,43 kcal/kg de energia metabolizável para o farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga, respectivamente.

Os animais foram submetidos a uma dieta composta de milho e farelo de soja (dieta controle, 0%R), e restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (10%RA) ou da manga (10%RM), ou ainda, restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (20%RA) ou da manga (20%RM).

As rações foram formuladas de acordo com as exigências nutricionais de suínos castrados de alto potencial genético com desempenho superior (Tabela 1 e 2) seguindo recomendações propostas por Rostagno et al. (2011), para as seguintes fases: Terminação 70 a 100 e Terminação 100 a 120 kg de peso vivo.

Tabela 1 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar para suínos dos 70 aos 100 kg

Ingredientes	Níveis de Restrição Energética				
	0% R	10% RA	10% RM	20% RA	20% RM
Milho	79,152	67,495	65,274	55,838	51,396
Farelo de soja	18,518	18,905	19,356	19,292	20,194
Resíduo de abacaxi	-----	10,000	-----	20,000	-----
Resíduo de manga	-----	-----	10,000	-----	20,000
Fosfato bicálcio	0,808	0,784	0,800	0,760	0,792
Calcário	0,522	0,416	1,084	0,554	1,100
Sal comum	0,315	0,315	0,321	0,318	0,330
Inerte ¹	0,062	1,403	2,500	2,500	5,480
BHT ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Premix-APP ³	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina HCL	0,255	0,265	0,247	0,276	0,239
L-Treonina	0,063	0,080	0,089	0,098	0,115
DL-Metionina	0,028	0,061	0,053	0,094	0,079
L-Tripofano	0,009	0,005	0,006	-----	-----
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Energia Met. (Mcal/kg)	3,230	2,907	2,907	2,584	2,584
Proteína bruta (%)	15,530	15,530	15,530	15,530	15,530
Cálcio (%)	0,484	0,484	0,714	0,578	0,581
Cloro (%)	0,228	0,224	0,226	0,220	0,224
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248	0,248
Lisina Dig. (%)	0,810	0,810	0,810	0,810	0,810
Treonina Dig. (%)	0,543	0,543	0,543	0,543	0,543
Met+ Cist Dig. (%)	0,502	0,502	0,502	0,502	0,502
Metionina Dig. (%)	0,263	0,280	0,277	0,298	0,291
Triptofano Dig. (%)	0,154	0,154	0,154	0,154	0,154
Potássio (%)	0,578	0,550	0,552	0,523	0,526
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160
FDN (%)	11,653	17,429	13,620	23,205	15,587
FDA (%)	4,313	6,820	6,972	9,327	9,631
BE4 mEq/kg	153,230	147,270	147,010	141,310	140,780

¹Areia lavada; ² Antioxidante BHT; ³Premix mineral e vitamínico, níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A: 532.000 UI; Vitamina B: 112.000 UI; Vitamina E: 2.100 UI; Vitamina B₁(Tiamina): 138 mg; Riboflavina (B₂): 490 mg; Pirodoxina (B₆): 97 mg; Vitamina B₁₂: 1.680 mcg; Vitamina K: 280 mg; Niacina: 2.800 mg; Biotina: 10 mg; Pantotenato de Ca: 1.680 mg; Ác. Fólico: 70 mg; Colina: 15 g; Cobre: 21 g; Cobalto: 100 mg; Ferro: 12g; Manganês: 6.200 mg; Zinco: 24g; Iodo: 200 mg; Selênio: 42 mg; Bacitracina de Zinco: 1.1000 mg. ⁴ BE- Balanço Eletrolítico da Dieta.

Tabela 2 - Composição alimentar e níveis nutricionais das rações contendo níveis de restrição alimentar qualitativa para suínos dos 100 aos 120 kg

Ingredientes	Níveis de Restrição Energética				
	0% R	10% RA	10% RM	20% RA	20% RM
Milho	83,032	71,422	68,660	59,803	54,283
Farelo de soja	14,552	14,696	15,055	14,792	15,522
Resíduo de abacaxi	-----	11,450	-----	22,900	-----
Resíduo de manga	-----	-----	12,500	-----	25,000
Fosfato bicálcico	0,816	0,784	0,799	0,754	0,814
Calcário	0,467	0,349	0,426	0,231	0,487
Sal comum	0,292	0,294	0,301	0,297	0,311
Inerte ¹	0,385	0,509	1,770	0,653	3,036
BHT ²	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Premix-APP ³	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
L-Lisina HCL	0,178	0,196	0,178	0,215	0,179
L-Treonina	0,007	0,027	0,040	0,048	0,074
DL-Metionina	-----	0,003	-----	0,038	0,023
L-Triptofano	0,002	-----	-----	-----	-----
Total	100	100	100	100	100
Composição calculada					
Energia Met. (Mcal/kg)	3,230	2,907	2,907	2,584	2,584
Proteína bruta (%)	13,920	13,920	13,920	13,920	13,920
Cálcio (%)	0,453	0,453	0,453	0,453	0,500
Cloro (%)	0,217	0,212	0,215	0,208	0,214
Fósforo disponível (%)	0,245	0,245	0,245	0,245	0,251
Fósforo Total (%)	0,436	0,418	0,415	0,400	0,400
Lisina Dig (%)	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661
Treonina Dig (%)	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
Met+ Cist Dig (%)	0,442	0,411	0,415	0,410	0,410
Metionina Dig (%)	0,218	0,205	0,205	0,223	0,216
Triptofano Dig (%)	0,126	0,128	0,127	0,132	0,129
Potássio (%)	0,517	0,485	0,483	0,452	0,449
Sódio (%)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
FDN (%)	11,532	18,301	14,253	25,063	16,968
FDA (%)	4,127	7,034	7,512	9,938	10,893
BE4 mEq/kg	136,30	129,29	147,01	141,31	119,59

¹Areia lavada; ² Antioxidante BHT; ³premix mineral e vitamínico, níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A: 532.000 UI; Vitamina B: 112.000 UI; Vitamina E: 2.100 UI; Vitamina B₁(Tiamina): 138 mg; Riboflavina (B₂): 490 mg; Pirodoxina (B₆): 97 mg; Vitamina B₁₂: 1.680 mcg; Vitamina K: 280 mg; Niacina: 2.800 mg; Biotina: 10 mg; Pantotenato de Ca: 1.680 mg; Ác. Fólico: 70 mg; Colina: 15 g; Cobre: 21 g; Cobalto: 100 mg; Ferro: 12g; Manganês: 6.200 mg; Zinco: 24g; Iodo: 200mg; Selênio: 42 mg; Bacitracina de Zinco: 1.1000 mg. ⁴ BE- Balanço Eletrolítico da Dieta.

2.2 Manejo e abate dos animais

Ao atingirem o peso médio de $135,70 \pm 7,20$ kg os animais foram submetidos a um período de jejum alimentar de 12 horas. O abate aconteceu em dias alternados, de acordo com a bloqueio inicial, realizado no abatedouro do CCHSA – Bananeiras – PB, obedecendo o protocolo de abate humanitário. As carcaças foram divididas, com o uso de serra elétrica, em duas meias carcaças, as quais foram lavadas com jatos d'água

fria e clorada. Após a lavagem, as meias carcaças foram identificadas, pesadas e acondicionadas em câmara de refrigeração ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) onde permaneceram por 24 horas para a ocorrência do *rigor mortis*. Posteriormente, o músculo *Longissimus dorsi* foi retirado e dividido em amostras de $\pm 2,5$ cm de espessura, as quais foram identificadas, de acordo com as análises que seriam submetidas, embaladas em sacos de polietileno e armazenadas sob congelamento (-18°C).

2.3 Características quantitativas das carcaças

As carcaças foram pesadas ao término do abate para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ) e após o resfriamento em câmara fria a 2°C por 24 horas, para obtenção do peso da carcaça fria (PCF), sendo a diferença entre estes valores expressa em perda de peso no resfriamento (PPR). O rendimento de carcaça (RC) foi calculado pelo peso da carcaça quente dividido pelo peso vivo do animal em jejum ao abate e, o resultado multiplicado por 100, o rendimento de carne na carcaça fria (RCCF) foi calculado considerando os valores de espessura de toucinho, profundidade do músculo *longissimus dorsi*, e a quantidade de carne na carcaça fria (QCar) foi calculada multiplicando o peso da carcaça fria pelo rendimento de carne na carcaça fria e, o resultado dividido por 100, de acordo com metodologia descrita por Bridi & Silva (2007).

Para mensuração das variáveis de comprimento da carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo *longissimus dorsi* (PLD), área de olho de lombo (AOL) e relação lombo:carcaça utilizou-se o método brasileiro de avaliação de carcaça (ABCS, 1973). O comprimento da carcaça foi obtido utilizando-se uma trena metálica graduada, sendo feita desde a primeira costela até a sínfise ísquio-pubiana. Para avaliação da espessura de toucinho foram feitas medidas de espessura de toucinho na altura da primeira costela (ET_1), última costela (ET_2) e última lombar (ET_3) com o auxílio de um paquímetro digital, sendo obtida a espessura média de toucinho (ETM).

Para obtenção dos cortes da carne suína, após 24 horas de resfriamento em câmara fria a 2°C foram feitas a separação e a pesagem do pernil, lombo, filé, costela e paleta. Para estimar o rendimento dos cortes (%), foi utilizada a relação entre o peso

do corte, dividido pelo peso da carcaça resfriada e o resultado multiplicado por 100 (BRIDI & SILVA, 2007).

2.4 Análises físico-químicas da carne suína

As análises físico-químicas foram realizadas, em triplicata, no Laboratório de Análise Físico-Química de Alimentos do CCHSA/UFPB. A proteína bruta (%) foi determinada pelo método semi-micro Kjeldahl (A.O.A.C., 2005). O teor de lipídios (%) foi dosado de acordo com a metodologia descrita por Folch et al. (1957). A umidade (%) foi avaliada pelo método gravimétrico até peso constante em estufa a 105 °C ($\pm$ 5°C) por cerca de 24 horas (A.O.A.C., 2005). Os teores de cinzas (%) foram obtidos a partir do método de calcinação em mufla a 550 °C até peso constante, segundo metodologia da A.O.A.C. (2005).

O pH foi determinado com auxílio de um pHmetro portátil digital (marca Homis®, mod. 801) mensurado 45 minutos do abate (pH₄₅) e após 24 horas (pH₂₄), no músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda, mantidas sob refrigeração (2°C). Esses valores foram determinados na porção central do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12 e 13ª costelas de cada meia carcaça esquerda (BRIDI & SILVA, 2007).

Para avaliação da cor objetiva, as amostras foram expostas a temperatura ambiente por 40 minutos para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico (SHIMOKOMAKI, 2003). As medidas de cor foram obtidas com o aparelho da marca MINOLTA, operando no sistema CIE, encontrando valores de L* (indicação de luminosidade), a* (indicação do teor de vermelho) e b* (indicação do teor de amarelo) da carne.

A análise instrumental de força de cisalhamento foi realizada em texturômetro TAXT2, equipado com as lâminas de cisalhamento padrão Warner-Bratzler (WB), com espessura de 1,016 mm e com uma lâmina de 3,05mm. A análise instrumental da textura foi realizada segundo o procedimento padronizado pelo Centro de Pesquisas em Carnes (US. Meat Animal Research Center) do USDA (WHEELER et al., 1997). Determinou-se a força de cisalhamento (FC) nas mesmas amostras utilizadas para a determinação PPC, uma hora após esta análise. As amostras foram cortadas em peças de aproximadamente 2 cm de comprimento, largura e altura, as quais foram colocadas com

as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina do texturômetro. Três velocidades foram estipuladas para a mensuração da força de cisalhamento. A primeira, chamada de pré-teste, que se refere ao tempo anterior ao contato entre a lâmina e a amostra, estipulada em 1 mm/seg. A velocidade de teste propriamente dita foi usada enquanto a lâmina percorria a peça de carne, sendo estabelecida em 2 mm/seg. A última, denominada de velocidade do pós-teste (10 mm/seg), correspondeu ao tempo que a lâmina, após percorrer a amostra, levou para retornar ao ponto de origem. O aparelho foi programado para percorrer uma distância total de 30 mm (ao final das três fases do procedimento). Os resultados dos picos de força foram expressos como força máxima de cisalhamento em kg (POSTE et al., 1993).

A perda por gotejamento (PPG) foi determinada segundo metodologia descrita por Boccard et al. (1981). As amostras foram pesadas (cerca de 100g) em balança semianalítica, suspensas, por meio de ganchos feitos de arame galvanizado em forma de “S”; colocadas dentro de sacos de polietileno que, por sua vez, foram colocados dentro de outros sacos, formando paredes duplas para evitar a desidratação. Os sacos foram fechados sob pressão atmosférica e suas extremidades superiores fechadas com fita adesiva.

Os sacos contendo as amostras foram colocados em câmara fria a uma temperatura de ± 4 °C, por um período de 48 horas. Após este período, as amostras foram retiradas evitando-se que as mesmas entrassem em contato com o líquido exsudado pela carne. As amostras foram enxugadas com papel toalha e pesadas para se determinar o peso final. A porcentagem de perda de água foi calculada seguindo a seguinte equação:

$$\text{PPG (\%)} = \frac{(\text{Peso inicial da amostra} - \text{Peso final da amostra}) \times 100}{\text{Peso inicial da amostra}}$$

A perda por descongelamento (PPD) foi medida empregando-se a metodologia descrita por Bridi et al. (2007). Para a determinação da perda por descongelamento utilizou-se as amostras congeladas, que foram pesadas, embaladas em sacos de polietileno, identificadas e armazenadas em geladeira por 24 horas a 4 °C, para descongelarem. Colocaram-se as amostras na geladeira em bandejas plásticas, evitando-se empilhá-las. Após 24 horas, as amostras foram retiradas da geladeira, enxugadas

levemente com papel toalha e pesadas novamente. A porcentagem de PPD foi determinada utilizando-se a equação abaixo:

$$\text{PPD (\%)} = \frac{(\text{Peso da amostra congelada} - \text{Peso da amostra descongelada}) \times 100}{\text{Peso da amostra congelada}}$$

A capacidade de retenção de água (CRA) foi medida empregando-se a metodologia descrita por Moura (2000). As amostras, com aproximadamente 1g, foram envoltas por folhas de papéis-filtro previamente secas em estufa a 105 °C, colocadas entre duas placas e em seguida sob um peso de 10 kg; após 10 minutos as amostras foram pesadas novamente. Pela diferença de peso inicial e peso final foi obtida a quantidade de água livre da amostra.

As percentagens de água livre e de CRA foram determinadas utilizando-se o cálculo abaixo:

$$\% \text{ de água livre} = [(\text{mg de água livre/amostra de amostra}) \times \% \text{ de umidade}]$$

$$\text{CRA} = (100 - \% \text{ de água livre})$$

A determinação da perda de peso por cocção (PPC) foi realizada em triplicata conforme metodologia descrita por Honikel (1998). Inicialmente, as amostras foram fatiadas em pedaços com 2,5 cm de espessura, pesadas e transferidas para bolsas plásticas termorresistentes. Inseriu-se um termopar no centro geométrico da amostra (controle do ponto frio). As bolsas plásticas com as amostras foram colocadas em um banho-maria sob agitação com água fervente (100 °C), com a abertura da bolsa em um nível superior ao da água de forma a não permitir a entrada de água. As amostras foram cozidas até que a temperatura do ponto frio atingiu a temperatura de 75 °C, em seguida, as bolsas plásticas foram retiradas do banho-maria e resfriadas imediatamente em banho de gelo (1 a 5 °C) até atingir o equilíbrio. As amostras foram retiradas das bolsas plásticas, secas com papel absorvente e pesadas novamente. A perda de peso por cocção foi calculada como a diferença de peso da amostra antes e depois do cozimento, expressa como porcentagem do peso inicial da amostra.

A análise sensorial foi realizada por provadores não treinados, constituído por 102 pessoas de ambos os sexos, a divisão entre homens e mulheres foi aleatória. O teste foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial do CCHSA/UFPB, em cabines individuais próprias para teste sensoriais, longe de ruídos e odores. As amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram submetidas à cocção em *grill* elétrico até que atingissem a temperatura interna de 71°C, e posteriormente cortadas em cubos ± 2 cm, servidas em recipientes plásticos devidamente codificados em cinco dimensões, em números aleatórios de três dígitos, acompanhados de um copo d'água e biscoito para a remoção de sabor residual. A ficha de avaliação foi apresentada simultaneamente aos provadores. A intensidade dos atributos (aroma, sabor, suculência e textura) foi baseada na escala hedônica estruturada mista de nove pontos, em que 1=desgostei muitíssimo; 5=nem gostei e nem desgostei; 9=gostei muitíssimo (MIELGAARD et al., 1991).

2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos, através das características quantitativa e qualitativa da carcaça, análises físico-químicas e sensorial da carne de suínos foram analisados quanto à distribuição dos erros (teste de cramer Van-Misses a 5%) segundo Everitt (1998). Atendendo às pressuposições, esses dados foram submetidos à análise de variância 5% (ANOVA) e a comparação das médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa “*Statistical Analysis System*” (SAS), adotando o nível de 5% de significância. Para a análise sensorial foi aplicado o teste de Duncan a 5% de significância. As variáveis estudadas foram analisadas utilizando-se o modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + N_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = parâmetro observado na unidade experimental k, no bloco j, recebendo restrição energética i;

μ = média geral observada;

N_i = Efeito da restrição energética i (i = 0, 10, 10, 20 e 20%);

B_j = efeito do bloco j ;

ϵ_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas reduções para o peso da carcaça quente, peso de carcaça fria, com 20% de restrição energética em relação à dieta controle (Tabela 3), rendimento de carcaça e espessura de toucinho no ponto 2. Essas reduções observadas para os pesos das carcaças podem estar relacionadas aos valores de FDN, pois a eficiência na utilização dos carboidratos estruturais corresponde a 43 a 54%, enquanto que o amido corresponde 81 a 82% (PLUSKE et al., 1998; NOBLET, 2001).

Tabela 3 - Níveis de restrição alimentar sobre o peso final (PF), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça fria (PCF), perda de peso no resfriamento (PPR), rendimento de carcaça (RC), rendimento de carne na carcaça fria (RCCF), quantidade da carne na carcaça (QCar), comprimento da carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), espessura de toucinho média (ETM), profundidade do *longissimus dorsi* (PLD), área de olho do lombo (AOL) e relação lombo carcaça (L/C)

Variáveis (%)	Nível de restrição energética					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
PF (kg)	140,42	136,92	136,57	132,67	131,92	135,70	5,14	6,97	0,238
PCQ (kg)	114,70a	109,37ab	107,73ab	102,23b	102,73b	107,35	4,86	5,22	0,002
PCF (kg)	110,40a	105,37ab	106,37ab	100,43b	101,27b	104,77	4,76	4,99	0,015
PPR (%)	2,42	2,61	1,83	2,36	1,98	2,24	33,21	0,74	0,363
RC (%)	81,74a	79,89ab	78,90bc	77,06c	77,87bc	79,09	1,54	1,21	0,001
RCCF (%)	47,10	50,57	47,59	49,53	52,00	49,36	9,13	4,51	0,322
QCar (kg)	55,98	55,53	52,61	50,97	52,96	53,61	8,00	4,29	0,249
CC (cm)	102,50	103,00	103,83	104,17	104,17	103,53	2,59	2,68	0,759
ET1 (mm)	26,25	22,97	28,19	22,11	20,89	24,08	23,76	5,72	0,184
ET2 (mm)	30,64a	26,20ab	29,73 ^a	25,75ab	21,48b	26,76	16,18	4,33	0,009
ET3 (mm)	43,33	37,21	38,05	38,50	38,44	39,11	14,37	5,62	0,374
ETM (mm)	33,41	28,79	31,99	28,79	26,94	29,98	13,21	3,96	0,060
PLD (mm)	64,67	62,12	60,74	62,91	64,33	62,96	11,37	7,16	0,871
AOL (cm ²)	44,78	40,45	39,43	38,95	41,54	41,03	16,44	6,74	0,592
Relação L/C	0,41	0,38	0,37	0,39	0,41	0,39	15,73	0,06	0,820

0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, X= média geral, CV= coeficiente de variação; EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

A redução de 3,47; 5,72 e 4,73% verificada no rendimento da carcaça para os animais submetidos a 10%RM, 20%RA e 20%RM, respectivamente, podem estar relacionada à redução de gordura na carcaça. Pois, em relação ao tratamento controle houve uma redução de 29,90% na espessura de toucinho para os animais que foram submetidos a 20%RM. A correlação entre a espessura de toucinho e a quantidade total de gordura na carcaça é positiva, por isso ela constitui importante indicador da qualidade de carcaça para suínos (VIEIRA et al., 2004).

Cerisuelo et al. (2010) observaram redução de 2; 14,12 e 8,36%, no peso da carcaça, rendimento da carcaça e na espessura de toucinho, respectivamente, quando utilizaram restrição alimentar associada ao fornecimento de polpa cítrica. De forma semelhante, Stewart et al. (2013) e Barnes et al. (2010) testando dietas contendo fibra dietética em comparação a dieta controle para suínos, observaram redução significativa para as mesmas variáveis.

Respostas similares também foram observadas por Fang et al. (2014), quando testaram fécula de batata para suínos. Onde, notaram redução no rendimento da carcaça, na circunferência torácica e lipogênese nos tecidos adiposos. Essas diferenças encontradas no teor de gordura corporal, sem alteração no peso corporal dos animais podem estar relacionadas com o tipo da fibra dietética (KEENAN et al., 2006; SO et al., 2007). Segundo Fang et al. (2014), dieta contendo fonte de fibra solúvel apresenta aumento significativo na concentração de AGCC (acetato, proprionato e butirato) no colón, em comparação a dieta controle, o que pode está relacionada com o metabolismo dos lipídeos.

A quantidade de carne na carcaça não foi alterada. Entretanto, trabalhos com raças geneticamente melhoradas têm demonstrado que suínos alimentados em restrição alimentar, em comparação com os alimentados de forma *ad libitum*, tanto na fase de crescimento como terminação reduzem a taxa de crescimento e, conseqüentemente resulta em carcaça mais magra, isso porque, durante a restrição alimentar, a maior fração de retenção de energia é na forma de proteína em vez de lipídios (DAZA et al., 2003; LOVATTO et al., 2006; PUGLIESE et al., 2013).

Vale ressaltar ainda que, a restrição alimentar pode reduzir a gordura visceral (WARPECHOWSKI et al., 1999), intramuscular e perirrenal (LEBRET et al., 2001), aumentando a relação carne/gordura na carcaça. Suínos submetidos à restrição alimentar

reduzem a deposição lipídica e proteica, contudo, a deposição lipídica reduz em maior proporção. A explicação para esse fato se deve à redução no *turnover* proteico e, conseqüentemente, a redução do gasto de energia (SERRANO et al., 2009; CERISUELO et al., 2010).

Apesar de ter ocorrido redução no peso da carcaça, em função da diluição energética da dieta, não foi observado redução no rendimento dos principais cortes (Tabela 4).

Tabela 4 - Rendimento dos principais cortes cárneos de suínos submetidos à restrição alimentar

Variáveis (%)	Nível de restrição energética					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
Pernil	26,33	26,90	26,58	26,38	26,00	26,44	4,37	1,16	0,738
Lombo	5,94	6,04	5,81	5,82	6,16	5,95	15,03	0,89	0,952
Filé	1,80	1,68	1,76	1,84	1,82	1,78	7,07	0,13	0,226
Costela	15,24	15,52	15,50	15,70	14,24	15,24	10,57	1,61	0,548
Paleta	13,08	13,01	12,92	13,65	13,51	13,23	8,00	1,06	0,694

0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, X= média geral, CV= coeficiente de variação; EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Watanabe et al. (2010) utilizando suínos com elevado peso ao abate em programa de restrição alimentar com a inclusão de polpa cítrica, observaram redução linear no peso do pernil com o aumento da fonte de fibra na dieta. Por outro lado, Barbosa et al. (2003), observaram redução na espessura de toucinho e aumento nos pesos e rendimentos do pernil e lombo de suínos em terminação submetidos a restrição alimentar qualitativa. De forma semelhante, Cantarelli et al. (2008) observaram que 15% de restrição alimentar quantitativa aumentou as percentagens de carne na paleta e no carré da carcaça de suínos em terminação.

A redução energética da ração associada à fonte de fibra não alterou os valores de pH, cor, força de cisalhamento, perda por gotejamento, perda por descongelamento e capacidade de retenção de água (Tabela 5). Entretanto, observou-se aumento sobre as perdas por cocção em animais que foram submetidos à dieta com 20%RM.

Tabela 5 - Características qualitativas do músculo *Longissimus Dorsi* de suínos com elevado peso ao abate, recebendo diferentes níveis de restrição alimentar qualitativa

Variáveis (%)	Nível de restrição energética					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
pH 45'	6,31	6,43	6,35	6,34	6,29	6,34	4,42	0,28	0,933
pH24h	5,52	5,57	5,46	5,65	5,68	5,57	5,41	0,30	0,705
Cor L	49,26	47,76	47,56	49,48	47,97	48,41	6,61	3,20	0,755
Cor a	3,22	2,63	2,51	2,92	2,77	2,81	34,23	0,96	0,747
Cor b	7,14	7,13	6,46	7,08	6,70	6,90	13,75	0,95	0,644
FC (kgF)	1,21	1,42	1,26	1,09	1,14	1,22	26,71	0,33	0,460
PPG (%)	6,13	4,10	3,84	3,22	5,42	4,52	38,54	1,74	0,430
PPD (%)	0,80	1,32	1,22	2,24	1,95	1,51	65,24	0,98	0,111
CRA (%)	75,17	73,67	74,43	74,22	75,19	74,54	2,61	1,94	0,619
PPC (%)	22,83b	27,97ab	27,91ab	28,43ab	31,25a	27,68	16,89	4,67	0,065

FC - Força cisalhamento; PPG - Perda por gotejamento; PPD - Perda por descongelamento; CRA - Capacidade de retenção de água; PPC - Perda por cocção; 0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

Suarez-Belloch et al. (2013) e Cross white et al. (2013), também não observaram diferença significativa para o valor de pH, utilizando suínos em terminação submetidos a restrição alimentar. O valor de pH é um importante parâmetro para avaliar a qualidade da carne. Pesquisas têm demonstrado que o valor de pH do músculo *longissimus dorsi* está associado à variação de seus atributos de qualidade, como a coloração, capacidade de retenção de água, e a manutenção do prazo de vida comercial, tanto por sua coloração, quanto pela multiplicação microbiana (HUFF-LONERGAN et al., 2002; HOLMER et al., 2009).

Embora, não tenham apresentado alterações para cor, essa variável na qualidade da carne é importante, por atrair o consumidor e determinar a primeira impressão positiva. Trabalhos evidenciaram que a cor da carne pode ser alterada pelo nível de restrição alimentar e o tipo de fibra dietética utilizada (FRAGA et al., 2009; WATANABE et al., 2010; WANG et al., 2012).

Para a força de cisalhamento o valor médio entre os tratamentos foi de 1,22 kgf/cm² ($P > 0,05$), não havendo diferença quanto à maciez. Esse resultado foi condizente com estudos anteriores, que utilizaram fontes de fibra na dieta de suínos em terminação não observaram diferença para essa variável (WHITNEY et al., 2006; WIDMER et al., 2008; WHITE et al., 2009; Xu et al., 2010). As perdas por gotejamento, descongelamento e capacidade de retenção de água apresentaram média

geral de 4,52; 1,53; e 74,54%, respectivamente, não sendo influenciadas pela restrição alimentar. Watanabe et al. (2010) também não verificaram efeito da inclusão de polpa cítrica, sobre as perdas por gotejamento e capacidade de retenção de água.

Quanto à perda por cocção, foi observado efeito à medida que aumentou a restrição alimentar, sendo a maior perda para a dieta 20%RM. De forma semelhante, Castellini (2011) observou aumento na perda por cocção quando utilizou casca de soja em programa de restrição alimentar para suínos em terminação. Por outro lado, Watanabe et al. (2010), ao avaliarem o efeito da restrição alimentar para suínos com elevado peso ao abate associada a inclusão de polpa cítrica não observaram diferença sobre essa variável. A perda por cocção é considerada negativa para a indústria e consumidores, pois, segundo Bonagurio et al. (2003) reduz a qualidade nutricional da carne, através da redução de proteína solúveis, vitaminas e minerais, além de reduzir a palatabilidade.

Os valores de proteína bruta do músculo *longissimus dorsi* de suínos submetidos à dieta 20%RA apresentaram redução significativas (Tabela 6), sendo observada uma redução de 13% em relação à dieta controle. De forma semelhante, Heyer et al. (2007), observaram redução no teor de proteína bruta do músculo *longissimus dorsi* de suínos, e uma redução de 30% na taxa de deposição muscular e proteica quando os animais foram submetidos a restrição alimentar. A redução proteica pode ser associada aos efeitos da fibra dietética sobre a digestibilidade da proteína, reduzindo a disponibilidade de aminoácidos para síntese de proteína corporal.

Tabela 6 - Valores médios das análises de composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* de suínos com elevado peso ao abate submetido à restrição alimentar qualitativa

Variáveis (g/kg)	Nível de restrição energética					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
Proteína	223,8a	220,6a	211,4ab	194,7b	219,2a	213,9	6,10	1,31	0,005
Lipídeos	42,0	25,3	28,7	37,7	34,3	33,6	32,87	1,10	0,099
Umidade	676,1	681,7	674,5	674,5	662,0	673,8	3,79	2,55	0,75
Cinzas	8,7	11,5	10,8	10,9	9,8	10,2	18,93	0,19	0,592

0%R= Dieta controle; 10%RA e 10%RM= restrição energética da dieta controle em níveis de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); 20%RA e 20%RM= restrição de 20% da energia da dieta controle com fornecimento do farelo do resíduo do processamento do abacaxi (RA) ou da manga (RM); médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) de probabilidade, EPM= Erro-padrão da média; P= Probabilidade.

O músculo *longissimus dorsi* apresentou umidade média de 672,0 g, estando próximo ao encontrado por Melo et al. (2014). O teor de umidade está relacionado com a suculência e maciez da carne, pois, a umidade liberada nos primeiros movimentos de mastigação remete a suculência. Segundo Lawrie (1998), o menor teor de umidade pode estar relacionado ao maior teor de gordura, sendo devido à genética, idade ou animais com elevado peso ao abate. A retenção de água no músculo é diretamente proporcional à deposição proteica e inversamente proporcional a deposição lipídica. Logo, a deposição proteica é mais interessante que a lipídica, tanto em qualidade de carcaça quanto qualidade da carne (PENA et al., 2008).

Embora a inclusão de farelo do resíduo do processamento do abacaxi e da manga não tenha promovido diferença significativa para o teor de lipídeos, observa-se uma redução em relação à dieta controle. A percentagem de lipídeos na carne é um parâmetro importante, pois, está relacionado à aceitação, já que a concentração e a composição de cada uma das frações lipídicas influem consideravelmente nas diversas propriedades sensoriais, principalmente textura, sabor, aroma e cor (BRAGAGNOLO & RODRIGUEZ-AMAYA, 2002).

Verificou-se influência ($P < 0,01$) da restrição alimentar sobre o sabor, aroma, textura, impressão global e intenção de compra (Tabela 7). Em relação ao sabor, a carne dos animais que foram submetidos à dieta com restrição alimentar de 10% utilizando o farelo do resíduo do processamento do abacaxi apresentou inferior aceitação pelos provadores quando comparadas com as demais. Segundo Madruga et al. (2005) o sabor está diretamente relacionado ao teor de gordura presente no músculo. Siqueira et al. (2002), completam que a alimentação é preponderante na determinação das características sensoriais da carne, por poder alterar a composição lipídica, podendo modificar o sabor.

Observou-se para aroma que, a dieta 10%RA recebeu a menor nota (6,14) dos provadores, podendo ser considerada com maior aroma característico, e coincide com os animais que apresentaram menor teor de lipídeos (2,53%) no músculo *longissimus dorsi*. No entanto, como não foi observada diferença significativa para o teor de gordura entre as dietas, não é possível afirmar que esse parâmetro interferiu nos atributos sensoriais estudados. A restrição alimentar da dieta não foi capaz de promover diferença

significativa para a suculência. Estando de acordo com Widmer et al. (2008), que utilizaram uma inclusão de 20% de fibra na dieta e não observam efeito.

Tabela 7 - Análise sensorial da carne de suínos com elevado peso ao abate, submetidos à restrição alimentar qualitativa associada ao fornecimento do farelo de abacaxi e manga.

Atributos (%)	Nível de restrição energética					X	CV(%)	EPM	P
	0%R	10%RA	10%RM	20%RA	20%RM				
Sabor	6,82abc	6,43c	6,73bc	7,09ab	7,25a	6,86	23,48	1,61	0,001
Aroma	6,71a	6,14b	6,40ab	6,48ab	6,80a	6,51	25,34	1,65	0,001
Suculência	6,53	6,27	6,28	6,70	6,68	6,49	26,89	1,75	0,060
Textura	6,81ab	6,25c	6,43bc	6,92a	6,92a	6,67	23,77	1,58	0,001

0%R, = Controle; 10%RA = restrição energética da ração de 10% com resíduo de abacaxi; 10%RM = restrição energética da ração de 10% com resíduo de manga; 20%RA = restrição energética da ração de 20% com resíduo de abacaxi; 20%RM = restrição energética da ração de 20% com resíduo de manga; CV=Coeficiente de variação; médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$) de probabilidade; X= Média geral; EPM= Erro-padrão da média pelo teste Duncan ($p < 0,05$); P = Probabilidade pelo teste Duncan ($p < 0,05$).

A textura do músculo *longissimus dorsi* de suínos submetidos à restrição alimentar contendo 10% do farelo do resíduo do processamento do abacaxi, foi inferior na opinião dos avaliados. White et al. (2009) e Xu et al. (2010), não observaram redução para textura quando utilizaram inclusão de fibra dietética na dieta de suínos em terminação. O teor de lipídeos pode interferir na textura da carne, quando em baixa quantidade ocasionando carnes com texturas mais secas (WIDMER et al., 2008).

4 CONCLUSÕES

Os farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga podem ser utilizados como diluidores energéticos para suínos em terminação pesada, em níveis de 10%, por não proporcionar efeito deletério sobre as características da carcaça e qualidade da carne.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis**, método nº 947.05, Washington, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela: ABCS, 1973. (Publicação Técnica, 2). 17 p.

BARBOSA, H. C. A. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 5, p. 147-153, 2003.

BARNES, J. A. et al. **Effects of wheat middlings and choice white grease in diets on the growth performance, carcass characteristics, and carcass fat quality in growing-finishing pigs**. 2010. Kansas State Univ. Swine Day Report. <<http://krex.kstate.edu/dspace/handle/2097/6568>> (Acessado em 20 setembro de 2014).

BOCCARD, R. et al. **Proceedings for measuring meat quality characteristics in beef production experiments**. Beef Production Program: Report of a working group in the Commission of the European Communities. 1981.

BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês Puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003.

BRAGAGNOLO, RODRIGUEZ-AMAYA. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 1, p.98-104, 2002.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 97p, 2007.

CANTARELLI, V. S. et al. Qualidade de cortes de suínos recebendo ractopamina na ração em diferentes programas alimentares. **Acta Scientiarum: Animal Science**, v. 30, n. 2, p. 165-171, 2008.

CARDENIA, V. et al. Oxidative stability of pork meat lipids as related to high-oleic sunflower oil and vitamin E diet supplementation and storage conditions. **Meat Science**, v. 88, n. 2, p. 271-279, 2011.

CASTELINI, F. R. **Casca de soja em programa de restrição alimentar para suínos pesados**. 2011. 92 f. (Dissertação em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

CERISUELO, A. et al. The inclusion of ensiled citrus pulp in diets for growing pigs: Effects on voluntary intake, growth performance, gut microbiology and meat quality. **Livestock Science**, v. 134, n. 3, p. 180-182, 2010.

CORREIA, M. X. C. et al. Utilização de resíduo agroindustrial de abacaxi desidratado em dietas para caprinos em crescimento: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1822-1828, 2006.

CROSSWHITE, J. D. et al. The effect of dietary citrus pulp on the growth, feed efficiency, carcass merit, and lean quality of finishing pigs. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, n. 4, p. 345–358, 2013.

DAZA, A. et al. Effect on pig performance of feed restriction during the growth period. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 1, n. 4, p. 3-8, 2003.

EVERITT, B.S. The Cambridge Dictionary of Statistics. **Cambridge: Cambridge University Press**, 1998, 360p.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: EWAN, R. C. **Swine nutrition**. SI: Butterworth-Henemann, 1991, p. 121.

FANG, L. et al. Long-term intake of raw potato starch decreases back fat thickness and dressing percentage but has no effect on the longissimus muscle quality of growing-finishing pigs. **Livestock Science**, v. 170, n. 79, p. 116-123, 2014.

FOLCH, J.; LESS, M.; SLOANNESTANLEY, G. H. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.

FRAGA, A. L. et al. Qualitative feed restricted heavy swine: meat quality and morpho-histochemical characteristics of muscle fibers. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 5. p. 1145-1156, 2009.

HEYER, A.; LEBRET, B. Compensatory growth response in pigs: Effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 3, p. 760-778, 2007.

HOLMER, S.F. et al. The effect of pH on shelflife of pork during aging and simulated retail display. **Meat Science**, v. 82, n. 1, p. 86-93, 2009.

HONIKEL, KARL O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998.

HUFF-LONERGAN, E. et al. Correlations among selected pork quality traits. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 3, p. 617-627, 2002.

IBRAF. [online] **Estatísticas: produção brasileira de frutas**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_processadas.asp>. Acesso em: 26 out. 2014.

KEENAN, M. J. et al. Effects of resistant starch, a non-digestible fermentable fiber, on reducing body fat. **Animal Physiology**, v. 14, n. 9, p. 1523-1534, 2006.

LAWRIE, R. A. **Lawrie's Meat Science**, 6.ed, Cambrigde: Woodhead Publition Ltd.,England, p. 336, 1998.

LEBRET, B.; JUIN, H.; NOBLET, J.; BONNEAU, M. The effects of two methods of increasing age at slaughter on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. **Animal Science**, v. 72, n. 1, p. 87-94, 2001.

LOUSADA JUNIOR, J. E. et al. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 70-76, 2006.

LOVATTO, P. A. et al. Effects of feed restriction and subsequent refeeding on energy utilization in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 12, p. 3329-3336, 2006.

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

MADRUGA, M. S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 309-315, 2005.

MELO, D. S. et al. Qualidade da carne de suínos com uso de glicerina na alimentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 583-592, 2014.

MIEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. London, CPP press, Inc. 1991. 287p.

MOURA, O. M. Efeito de métodos de insensibilização e sangria sobre características de qualidade da carne de rã-touro e perfil das indústrias de abate. 2000. 227f. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2000.

NOBLET, J.; LE GOFF, G. Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, n. 2, p. 35-52, 2001.

PENA, S. D. et al. Relações metionina mais cistina digestível : lisina digestível em dietas suplementadas com ractopamina para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1978-1983, 2008.

PLUSKE, J. R.; PETHICK, D. W.; MULLAN, B. P. Differential effects of feeding fermentable carbohydrate to growing pig on performance, gut size and slaughter characteristics. **Animal Science**, London, v. 67, n. 1, p. 147-156, 1998.

POSTE, L. M. et al. Laboratory methods for sensory analysis of food. Otta: **Canada Communication Group**, p. 91, 1991.

PUGLIESE, C.; SIRTORI, F.; FRANCI, O. Feeding strategies for local breeds in view of product quality. **Acta Agriculturae Slovenica**, v. 4, n. 4, p. 69-75, 2013.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos – Composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 2011. 141p.
SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.

SERRANO, M.P. et al. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. **Journal of Animal Science**, v.87, n.5, p.1676-1685; 2009.

SERRANO, M.P. et al. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. **Journal of Animal Science**, v.87, n.5, p.1676-1685; 2009.

SIQUEIRA, E. R. et al. Efeito do sexo e do peso ao abate sobre a produção de carne de cordeiro. I. Velocidade de crescimento, caracteres quantitativos da carcaça, pH da carne e resultado econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 844-848, 2001.

SO, P. W. et al. Impact of resistant starch on body fat patterning and central appetite regulation. **Public Library of Science One**, v. 2, n. 12, p. 1309, 2007.

STEWART, L. L. et al. Effects of dietary soybean hulls and wheat middlings on body composition, nutrient and energy retention, and the net energy of diets and ingredients fed to growing and finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2756-2765, 2013.

SUAREZ-BELLOCH, J. et al. Impact of increasing dietary energy level during the finishing period on growth performance, pork quality and fatty acid profile in heavy pigs. **Meat Science**, v. 93, n. 4, p.796–801, 2013.

VIEIRA, A. A. et al. Qualidade de carcaça de suínos em terminação submetidos a diferentes níveis de restrição alimentar. **Revista Universidade Rural**, v. 24, n. 1, p. 149-154, 2004.

VIERA, P. A. F. et al. Efeitos da inclusão de farelo do resíduo de manga no desempenho de frangos de corte de 1 a 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2173-2178, 2008.

WANG, H et al. Effects of dietary com dried distillers grains with soluble and vitamin E on growth performance, meat quality, fatty acid profiles, and pork shelf life of finishing pig. **Livestock Science**, v. 149, n. 2, p. 155-166, 2012.

WARPECHOWSKI, M. B. et al. Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o desempenho e as características da carcaça de suínos em terminação. **Archives of Veterinarian Science**, v.4, n.1, p.73-75, 1999.

WATANABE, P. H. et al. Carcass characteristics and meat quality of heavy swine fed different citrus pulp levels. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 4. p. 921-929, 2010.

WHEELER, T. L.; SHALCKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. **Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data**. Proceedings of the Reciprocal Meat Conference, v. 50, p. 68-77, 1997.

WHITE, H. M.; RICHERT, B. T.; RADCLIFFE, J. S. Feeding conjugated linoleic acid partially recovers carcass quality in pigs fed dried corn distillers grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 157-166, 2009.

WHITNEY, M. H. et al. Growth performance and carcass characteristics of grower finisher pigs fed high quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Midwestern ethanol plant. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 12, p. 3356-3363, 2006.

WIDMER, M. R.; MCGINNIS, L. M.; WULF, D.M. Effects of feeding distillers dried grains with solubles, high protein distillers dried grains, and corn germ to growing-finishing pigs on pig performance, carcass quality, and the palatability of pork. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1819-1831, 2008.

XU, G. et al. Effects of feeding diets containing increasing content of corn distillers dried grains with solubles to grower-finisher pigs on growth performance, carcass composition, and pork fat quality. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 4, p. 1398-1410, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restrição qualitativa, com a inclusão dos farelos dos resíduos do processamento do abacaxi e da manga, mostrou-se efetiva na redução da ingestão calórica pelos suínos, de forma a reduzir a deposição de gordura na carcaça sem alterar o rendimento de cortes nobres. Assim, a restrição associada à fibra dietética mostrou-se eficiente em melhorar as carcaças de suínos com elevado peso ao abate.

A possibilidade de utilização dos resíduos do abacaxi e da manga como diluentes de dietas para suínos são muito interessantes, pois, além de constituírem-se em ingredientes de baixo custo, deixam de ser um problema ambiental quando destinados a nutrição animal.

Dessa forma, avaliações de outros ingredientes de baixo valor nutritivo, associados à restrição alimentar qualitativa, são importantes, pois ao passo que possibilitam a utilização de produtos considerados resíduos na produção de suínos com elevado peso ao abate, melhoram a rentabilidade do produtor reduzindo o custo da ração e produzindo suínos com melhor rendimento de peso.