



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**TÉRCIA MAIA FURTADO DE AQUINO**

**FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO EM RAÇÕES PARA LEITÕES NA FASE  
DE CRECHE**

**FORTALEZA-CE**  
**2012**

**TÉRCIA MAIA FURTADO DE AQUINO**

**FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO EM RAÇÕES PARA LEITÕES NA FASE  
DE CRECHE**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Euquerio de Carvalho

**FORTALEZA-CE  
2012**

**TÉRCIA MAIA FURTADO DE AQUINO****FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO EM RAÇÕES PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção e Nutrição Animal.

Aprovada em: 11/05/2012.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Luiz Euquerio de Carvalho (co-orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal  
Universidade Federal da Paraíba– UFPB

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por guiar meus passos sempre com força e saúde para que eu não desistisse desta caminhada.

Aos meus familiares, com os seus incentivos, paciência, compreensão, ajuda e carinho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Banco do Nordeste por ter acreditado no projeto e financiado-lo.

Ao meu orientador Dr. Pedro Henrique Watanabe, por estar sempre mostrando sabedoria, paciência, disponibilidade, e sobretudo, pela amizade contribuindo muito em minha formação profissional.

Ao meu co-orientador Dr. Luiz Euquério de Carvalho, que desde a graduação vem me mostrando como lidar com a vida acadêmica e pessoal, por ter me dado tal confiança durante a pós-graduação, pela amizade e por ter sido um “pai” pra mim dentro da universidade.

Ao Prof. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, pelo incentivo na minha carreira acadêmica, pela acessibilidade e carinho, ajuda nas análises dos dados e por participar da banca da dissertação.

Ao Prof. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento, pelos ensinamentos em sala de aula, pelos conselhos, amizade, além da participação na qualificação e na banca de mestrado.

Aos Professores da Pós-Graduação pelos valiosos ensinamentos ao longo do curso, em especial, ao Prof. Ednardo Rodrigues Freitas pela amizade e por sempre incentivar a busca de respostas para as nossas dúvidas.

A empresa Bom Cearense Agroindústria e Comércio de Alimentos Ltda., por ter fornecido o farelo de arroz integral parboilizado, ingrediente necessário para a realização da pesquisa.

Ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia (LANA/DZ), através da Prof<sup>a</sup> Euzânia Sales, onde foram realizadas as análises bromatológicas dos ingredientes e pela ajuda de Junior Capelli, Juliana Martins e Rose.

Ao amigo Rafael Carlos Nepomuceno por ter me ajudado durante a graduação, no decorrer do meu curso de Mestrado e pela montagem e execução dos experimentos. Te devo muito amigo!!!

A minha amiga Cristiane Silva de Oliveira e ao seu esposo Talles Bezerra, que mesmo distantes por conta do trabalho, sempre me confortaram em suas ligações e disseram palavras amigas.

Aos meus amigos e colegas de Pós-Graduação, Emanuela Lima, Everardo Ellery, Thalles Ribeiro e Meirilane Chagas, pelo auxílio na execução dos experimentos e por colaboraram para que as dificuldades fossem superadas; Alexsandro Oliveira, Alessandra Oliveira, Assis Rubens, Daniel Chaves, Danilo Camilo, Danilo Rodrigues, Ellen Borges, Ivan Quevedo, João Paulo Rêgo, Juliana Holanda, Marcela Oliveira, Patrícia Barreto, Rildson Fontenele, Rômulo Augusto, Sueli Santos, Thales Marcel, Wellington Silva, pela amizade, pelos momentos passados juntos e pelas conversas; e a todos os outros que não citei por esquecimento.

Ao NESUI-UFC (Núcleo de Ensino e Estudos em Suinocultura- UFC), pela colaboração e participaram da execução da pesquisa. Em especial, a Anderson Silva, Germana Aguiar, Kássia Moreira, Rayssa Cândido, Camilla Holanda, Alini Mari e Eurico Araripe.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura, Jamilton; da Fábrica Escola de Rações Balanceadas do CCA/DZ/UFC, Olavo; de serviços gerais, Marcos; e do Setor de Avicultura, Isaías, pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade.

A Empresa AVIPEC, pelo apoio durante a fase de escrita da dissertação.

“Antes de julgares a "minha vida" ou meu "caráter"...

Calça os meus sapatos e percorre o caminho que Eu percorri, e vive as "minhas tristezas", as "minhas dúvidas", "as minhas alegrias”!

Percorre os anos que Eu percorri, tropeça onde Eu tropecei e levanta-te, assim como Eu o fiz.

Cada um tem a sua própria história!

E então, só assim poderás "julgar-me"! ”

**(Mário Quintana)**

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição centesimal, química e energética da dieta referência.....	25
Tabela 2 -	Coeficientes de digestibilidade e valores de proteína, energia digestível e energia metabolizável das rações referência e teste.....	28
Tabela 3 -	Composição química, coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade, nutrientes digestíveis e energia metabolizável do farelo de arroz parboilizado.....	28
Tabela 4 -	Composição percentual, nutricional e custo das rações experimentais utilizando farelo de arroz parboilizado para leitões na fase inicial I (21 a 32 dias de idade).....	39
Tabela 5 -	Composição percentual, nutricional e custo das rações experimentais utilizando farelo de arroz parboilizado para leitões na fase inicial II (33 a 42 dias de idade).....	40
Tabela 6 -	Composição percentual, nutricional e custo das rações experimentais utilizando farelo de arroz parboilizado para leitões na fase inicial III (43 a 63 dias de idade).....	41
Tabela 7 -	Custo dos ingredientes utilizados para compor as rações experimentais dos leitões no período de creche.....	44
Tabela 8 -	Desempenho zootécnico dos leitões na fase de creche (21 aos 32 dias de idade, 21 aos 42 dias de idade e 21 aos 63 dias de idade) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado.....	46
Tabela 9 -	Escores fecais e incidência de diarreia em leitões alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farelo de arroz parboilizado.....	48
Tabela 10 -	Avaliação econômica dos custos de leitões na fase de creche (21 aos 32 dias de idade, 21 aos 42 dias de idade e 21 aos 63 dias de idade) utilizando diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado.....	50

**LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS**

CA	Conversão Alimentar
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CDEB	Coeficiente de digestibilidade da energia bruta
CDFDA	Coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido
CDFDN	Coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro
CDMM	Coeficientes de digestibilidade da matéria mineral
CDMS	Coeficiente de digestibilidade da matéria seca
CDPB	Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta
CRMD	Consumo de ração médio diário
Ctei	Custo médio do quilograma de peso vivo do leitão em função do tratamento i considerado
CV	Coeficiente de variação
DZ	Departamento de Zootecnia
ED	Energia digestível
EM	Energia metabolizável
FAD	Farelo de arroz desengordurado
FAI	Farelo de arroz integral
FAP	Farelo de arroz parboilizado
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
g	Gramas
GPMD	Ganho de peso médio diário
h	Hora
ha	Hectares
HCl	Ácido clorídrico
IEE	Índice de eficiência econômica
IC	Índice de custo médio da ração
kcal	Quilocalorias
kg	Quilograma
LANA	Laboratório de Nutrição Animal

Mce	Menor custo médio da ração, por quilograma de peso vivo, observado entre os tratamentos
MFD	Médias de frequência de diarreia
PB	Proteína bruta
PD	Proteína digestível
PNA	Polissacarídeos não amiláceos
QA	Quirera de arroz
UFC	Universidade Federal do Ceará

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Grau centígrado
%	Porcentagem
R\$	Reais

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPÍTULO 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>1</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1 Alterações na fisiologia digestiva de leitões no período pós desmame.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2 Nutrição e alimentação de leitões na fase de creche .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Uso de alimentos alternativos de origem vegetal em rações para leitões na fase de creche .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Subprodutos do beneficiamento do arroz .....</b>	<b>8</b>
<b>2.5 Farelo de arroz parboilizado .....</b>	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 2 DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO PARA LEITÕES EM CRECHE.....</b>	<b>21</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>21</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>22</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1 Instalações, animais e dietas experimentais .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Delineamento experimental e análise estatística .....</b>	<b>26</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>30</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO 3 DESEMPENHO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DO FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE .....</b>	<b>34</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>34</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>35</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
<b>2.1 Instalações, animais e dietas experimentais .....</b>	<b>37</b>

<b>2.2 Desempenho</b> .....	<b>42</b>
<b>2.3 Ocorrência de diarreia</b> .....	<b>42</b>
<b>2.4 Viabilidade econômica</b> .....	<b>43</b>
<b>2.5 Análises estatísticas</b> .....	<b>44</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>3.1 Desempenhos nas fases de creche</b> .....	<b>45</b>
<b>3.2 Ocorrência de diarreia na fase de creche</b> .....	<b>48</b>
<b>3.3 Avaliação econômica na fase de creche</b> .....	<b>49</b>
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>

## **FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO EM RAÇÕES PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

**RESUMO** - Foram conduzidos dois ensaios para avaliar a utilização do farelo de arroz parboilizado (FAP) como ingrediente em rações para leitões na fase de creche. No primeiro ensaio foram utilizados 14 leitões machos castrados de mesma linhagem comercial, com peso inicial de  $17,2 \pm 1,02$  kg, para a avaliação nutricional do farelo de arroz parboilizado em ensaio de digestibilidade, utilizando o método de coleta total de fezes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, sendo dois tratamentos (ração referência e ração teste) e sete repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por um animal. O farelo de arroz parboilizado apresentou 2321,08 kcal EM/kg e 17,15%PB. No segundo ensaio foram utilizados 60 leitões machos castrados, de linhagem comercial, desmamados aos 21 dias de idade e com peso vivo de  $6,40 \pm 0,79$  kg, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes níveis inclusão do farelo de arroz parboilizado sobre o desempenho zootécnico, ocorrência de diarreia e viabilidade econômica, dos 21- 32 dias de idade, 21- 42 dias de idade e 21- 63 dias de idade. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos (0; 4; 8; 12 e 16% de inclusão do FAP), e seis repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por dois animais. A formação dos blocos foi feita através do peso inicial dos animais. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre o tratamento controle e os tratamentos que receberam a inclusão do farelo de arroz parboilizado quando comparados pelo teste de Dunnett (5%), assim como para a análise de regressão, onde não foram observados efeitos ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado nas rações para nenhuma das variáveis de desempenho zootécnico (consumo de ração médio diário, ganho de peso médio diário e conversão alimentar). A inclusão dos diferentes níveis do farelo de arroz parboilizado não proporcionou aumento na incidência de diarreia nos leitões. Para a análise econômica realizada, a inclusão do farelo de arroz parboilizado mostrou-se viável até o nível de 16%. Conclui-se que o farelo de arroz parboilizado pode ser incluído até o nível de 16% em rações para leitões na fase de creche.

**Palavras-chave:** análise econômica, desempenho, ocorrência de diarreia, subproduto do arroz, suínos.

## **PARBOILED RICE BRAN IN RATION FOR PIGLETS AT NURSERY PHASE**

**ABSTRACT** - Two assays were conducted to evaluate rice bran parboiled as an ingredient in piglet diets at nursery phase. In the first assay, 14 piglets of commercial lineage with  $17.2 \pm 1.02$  kg of body weight were allotted to determine the nutritional value of rice bran parboiled on digestibility assay, using the method of total collection of feces. A completely randomized design, with two treatments (reference ration and test ration) and seven replicates per treatment were used, where the experimental unit consisted of one animal. The parboiled rice bran presented 2321.08 kcal ME/kg and 17.15% of CP. In the second assay, 60 male castrated piglets, of commercial lineage, weaned at 21 days of age and average live weight of  $6.40 \pm 0.79$  kg, were used to evaluate the effect of inclusion of different levels of parboiled rice bran in piglet diets at nursery phase, on productive performance, diarrhea incidence and economic viability, of 21-32 days of age, 21-42 days of age and 21-63 days of age. A randomized block design was used, with 5 treatments (inclusion levels of parboiled rice bran: 0; 4; 8; 12 and 16%) and 6 replicates per treatment, where the experimental unit consisted of two animals. The blocks were made using the initial weight of the animals. There was no difference ( $P>0.05$ ) between treatments and control treatment with the inclusion of parboiled rice bran when compared by Dunnett's test (5%), as well as regression analysis, where no effects ( $P>0.05$ ) were observed among the levels of inclusion parboiled rice bran in diets in any of performance variables (daily mean feed intake, daily mean weight gain and feed conversion). The results indicated that the inclusion of parboiled rice bran provided no changes in the incidence of diarrhea in animals. The economic analysis showed no significant difference among treatments. Therefore, it can be concluded that parboiled rice bran can be included up to 16% in diets for piglets at nursery phase.

**Keywords:** economic analysis, occurrence of diarrhea, performance, pigs, rice by-product.

## **CAPÍTULO 1 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1 INTRODUÇÃO**

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo, mas para que ela chegasse neste patamar o mercado exigiu que o setor buscasse uma maior produtividade através de novas tecnologias e técnicas de produção que maximizassem os ganhos a um menor custo possível, é o que chamamos de suinocultura moderna.

As inovações dentro da suinocultura aconteceram em diversos segmentos da cadeia de produção como a evolução genética que se deu pela exigência de um animal que produzisse cada vez mais carne, porém com menor teor de gordura em sua carcaça e atrelado a essa busca ocorreram mudanças nas instalações, nas técnicas de manejo, na sanidade e na nutrição.

Devido a tais inovações, a suinocultura moderna tem se destacado pelos bons índices produtivos; número de leitões/porca/ano, intervalo desmame-cio, idade ao desmame, peso ao desmame, idade de saída da creche, intervalo entre os lotes, idade de venda dos suínos, duração do vazio sanitário entre os lotes, sendo o grande desafio manter a qualidade nutricional e de manejo, além da sanidade do rebanho principalmente na saída do leitão da maternidade, no momento do desmame, para entrar na fase de creche.

O desmame passa a ser um período crítico para o leitão, porque o suíno deixa de ter acesso ao leite, sendo este um alimento de alta qualidade, para receber uma dieta sólida à qual o seu sistema fisiológico não está adaptado. Além do problema nutricional, existem outros fatores como o desenvolvimento intestinal, fatores ambientais estressantes e a resposta imunológica, que colaboram para a fase crítica que é o pós-desmame. Por isso, um dos principais desafios da alimentação pós-desmame tem sido estabelecer um consumo de ração pelo leitão em quantidade e qualidade suficientes para substituir o leite da porca, além disso, a ração desse ser viável economicamente.

Na suinocultura brasileira, os gastos com alimentação representam cerca de 70% dos custos médios de produção de suínos para abate (Giroto & Santos Filho, 2000). Logo, o sucesso financeiro de qualquer granja está relacionado, diretamente, com os preços dos insumos que fazem parte das rações. Levando em consideração que as rações são constituídas, em sua maior parte, por milho e farelo de soja, e que estes apresentam instabilidade de preços devido à safra e a distância do polo produtor, fica claro a necessidade de se buscar novas alternativas que possam substituir economicamente esses ingredientes.

Para a utilização de um novo ingrediente alimentar, devem ser obtidas informações sobre sua composição química e valor nutricional, conhecer os níveis adequados para incorporar na dieta de acordo com o tipo de animal, fase produtiva e a melhor maneira de se manipular, transportar e armazenar o ingrediente (Vieira et al., 2006a).

O arroz é um dos cereais mais produzidos no mundo, utilizado principalmente na alimentação humana. Devido ao seu custo ser, em geral, maior que o milho, apenas os subprodutos de seu beneficiamento são utilizados na alimentação animal. Esses subprodutos podem se constituir em excelentes fontes de nutrientes para os animais (Lima et al., 1999) e substituir parcialmente o milho e farelo de soja em dietas para suínos.

Assim, objetivou-se avaliar a utilização do farelo de arroz parboilizado em rações para leitões na fase de creche, através de dois ensaios, sendo o primeiro realizado para determinar a composição química e os valores nutricionais e energéticos do ingrediente, e o segundo para avaliar diferentes níveis do farelo de arroz parboilizado (0, 4, 8, 12, 16% de inclusão nas rações) sobre o desempenho, ocorrência de diarreia e avaliação econômica do uso deste ingrediente em rações para leitões na fase de creche.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Alterações na fisiologia digestiva de leitões no período pós desmame**

Durante a amamentação o leitão recebe leite materno que é rico em gorduras, lactose e caseína, e de fácil digestibilidade o que permite rápido crescimento e desenvolvimento dos animais (Roppa, 1998). Porém com o desmame, a composição da dieta dos leitões sofre grandes mudanças, uma vez que o leite da porca é substituído por uma dieta com maior nível de matéria seca, composta por carboidratos como as principais fontes de energia, com a substituição da lactose pelo amido (Vente-Spreewenbergh et al., 2003), predispondo a maior hipertonia do lúmen e desgaste da mucosa, ocasionando distúrbios digestivos e atrasando o desenvolvimento do animal (Gray, 1992).

A mudança de alimento ocasiona mudanças funcionais e estruturais dos órgãos que compõem o sistema digestivo dos leitões (Soto, 1999).

Modificações no epitélio intestinal ocorrem 24 horas após o desmame, ocasionando alterações estruturais e funcionais significativas na mucosa do intestino delgado, como a atrofia das vilosidades e a hiperplasia das criptas de Lieberkühn, resultando em menor número de células absorptivas e maior número de células secretoras (Nabuurs et al., 1993), e o

aumento do turnover dos enterócitos, que segundo Pluske et al. (1995), reduz a atividade das enzimas localizadas na borda da escova dos enterócitos, região mais afetada do vilão. Tais fatores acabam reduzindo a capacidade de digerir e absorver nutrientes da dieta (Pluske et al., 1997).

Assim os resíduos alimentares não digeridos, podem provocar alterações na microbiota intestinal. Essa alteração pode resultar em redução das bactérias benéficas e aumento das patogênicas, gerando metabólitos tóxicos ao hospedeiro, causando inflamações na mucosa intestinal, além de estabelecer condição mais propícia para o surgimento de enfermidades, levando a queda imediata nos parâmetros de desempenho animal (Silva & Nörnberg, 2003).

Dessa forma, por ação da microflora intestinal, a produção de ácido láctico e ácidos graxos de cadeia curta, juntamente com os resíduos alimentares restantes e os minerais, ocasionam um aumento da osmolaridade do conteúdo intestinal, dificultando o processo de reabsorção de água e resultando em um afluxo elevado de líquido para a luz intestinal, o que desencadeia diarreia (Etheridge et al., 1984). Segundo Lindeman (1986), a digestão incompleta e o quimo alimentar inadequadamente acidificado não ativam, de forma intensa, a secreção endócrina da parede do duodeno que, por sua vez, prejudicará a secreção exócrina do pâncreas, do fígado e da própria parede do intestino delgado.

Estas alterações morfológicas são mais perceptíveis quando os leitões são desmamados precocemente. Em leitões desmamados com 21 dias de idade, após as 24 horas seguintes ao desmame foi observado que há uma redução de 75% na altura das vilosidades, em relação ao tamanho médio antes do desmame e continuam até 15 dias após o desmame (Miller et al., 1986; Castillo et al., 2004). A atrofia das vilosidades e a redução na atividade das enzimas digestivas após o desmame é decorrente da falta de suplementação contínua de nutrientes ou podem estar relacionados a fatores antigênicos dos ingredientes da ração e baixos níveis de atividade enzimática (Kelly et al., 1991; McCracken et al., 1995; Nuñez et al., 1996; Pluske et al., 1996 a,b).

Nesse sentido, Makkink et al., (1994) afirmaram que a baixa capacidade de produção de ácido clorídrico e das enzimas necessárias a digestão das frações proteica e energética dos ingredientes de origem vegetal presentes na ração, pode interferir diretamente na digestibilidade dos nutrientes, em especial os aminoácidos presentes na dieta (Gómez et al., 2002) e, conseqüentemente, aumenta a osmolaridade do conteúdo do trato digestivo, provocando diarreia osmótica, sendo os níveis adequados de atividade das enzimas digestivas alcançados, somente, aos 42 dias de idade em média (Lindeman et al., 1986).

Com aproximadamente cinco dias após o desmame ocorre a redução da atividade das enzimas lactase e sacarase, independentemente se a ração pré-inicial foi ou não oferecida aos leitões antes do desmame (Morés & Amaral, 2001). A redução na atividade das enzimas aliado à insuficiente produção de ácido clorídrico pelas células parietais, eleva o pH (Viola & Vieira, 2003), propiciando um meio favorável para crescimento de bactérias patogênicas como *E. coli*, *Enterobacteriaceae* e *Clostridium* e produção de toxinas. Então para estabelecer uma barreira contra essas bactérias, o pH estomacal deve ser de 2,0 a 3,5; nessa faixa de pH o intestino delgado ficará protegido e a ação da pepsina será mais eficiente.

A condição enzimática do sistema digestivo revela que os leitões tem capacidade limitada para digerir amido, sacarose e gordura até os 21 dias de idade (Vega et al., 1992). Essa variação quantitativa está condicionada à idade e exposição do animal aos substratos específicos (Lovatto, 2008). Passillé et al. (1989) alertam para a necessidade do pâncreas apresentar adequado desenvolvimento por ocasião do desmame dos leitões, uma vez que suas enzimas têm papel importante na digestão de dietas que contêm amido e proteínas vegetais. Para Rantzer et al. (1997) o pâncreas tem maior desenvolvimento dentro dos cinco primeiros dias após o desmame, sendo que a idade, frequência de alimentação e a natureza da dieta são fatores importantes para a indução da maturação pancreática. Nesse sentido, o fornecimento precoce de ingredientes contendo elevado teor de gordura, como o farelo de arroz parboilizado pode ser limitado, não apenas em relação ao nível de inclusão, mas também, relacionado à fase de vida do animal.

Devido à complexidade do pós-desmame a alimentação dos leitões na fase de creche se torna um grande desafio, por isso muitas pesquisas na área de nutrição animal vem sendo realizadas com o intuito de encontrar ingredientes mais digestíveis e técnicas de processamento para tentar minimizar os problemas metabólicos e nutricionais nesta fase.

## **2.2 Nutrição e alimentação de leitões na fase de creche**

Um dos principais desafios na fase de creche é maximizar o desempenho dos leitões, porque o consumo de ração é limitado logo após o desmame. Um melhor consumo nessa fase proporciona melhor ganho de peso diário, conseqüentemente, um efeito positivo na fase de crescimento e terminação, possibilitando aos animais expressar todo o seu potencial genético.

O baixo consumo no desmame, a palatabilidade e a digestibilidade dos alimentos são aspectos que têm sido considerados na composição das dietas para leitões possibilitando minimizar um menor desempenho nesse período.

Assim, para estimular o consumo e maximizar o desempenho dos leitões na fase de creche é comum fazer uso de dietas complexas, devido à inclusão inúmeros ingredientes para compô-la, como também pela qualidade das matérias prima, pelo processamento e manuseio na fábrica de ração.

A complexidade da ração se dá não somente pela quantidade de ingredientes, segundo Mahan & Newton (1993) ocorre devido a ingredientes altamente digestíveis, como os produtos lácteos, os quais podem melhorar o desempenho. Associado à melhoria do valor biológico da dieta, o aumento da inclusão dos produtos lácteos pode favorecer a concentração dos nutrientes e a expressão do potencial genético do animal, constatado pelo acúmulo de massa corporal (Trindade Neto et al., 2002), bem como, minimizam os efeitos alergênicos causados pelas proteínas da soja, logo após o desmame.

O produto lácteo tem como principal carboidrato a lactose, que além de ser uma excelente fonte energética, contribui para reduzir o pH do estômago dos leitões, facilitando a digestão de proteínas devido á produção de ácido láctico, em razão da sua fermentação por lactobacilos (Kummer et al., 2009).

Grande variedade de ingredientes de origem vegetal ou animal, provenientes de diversos tipos de processamento, tem sido utilizado como fonte de energia e/ou proteína nas dietas pré-iniciais de leitões submetidos ao desmame precoce. O objetivo do uso destes ingredientes é o aumento da digestibilidade das dietas de desmame, adequando-as ao grau de amadurecimento do trato gastrointestinal, que varia com a idade e o peso dos leitões ao desmame (Bertol et al., 2000).

O milho é o principal cereal utilizado como fonte energética na formulação de rações para suínos e é o que entra em maior quantidade na ração, por conseguinte, a soja é o segundo ingrediente a compor a ração, sendo a principal fonte proteica de origem vegetal. Segundo Fialho et al. (2009) a finalidade da fonte proteica é fornecer aminoácidos com o objetivo de suplementar os alimentos energéticos, permitindo, dessa forma, o balanceamento adequado dos nutrientes da ração.

O amido do milho e os fatores antinutricionais da soja são um dos principais problemas na alimentação de leitões desmamado, porque tais fatores intervem no aproveitamento dos nutrientes através de severos distúrbios digestivos como redução do número de enterócitos maduros nas vilosidades e, conseqüentemente, ocorrem redução na

capacidade de digestão e absorção do intestino (Bertol et al., 2001). Além das implicações digestivas e fisiológicas no desdobramento do milho e da soja, a combinação das características dos ingredientes e o nível proteico da dieta são importantes fatores na alimentação do leitão pós-lactante (Trindade Neto et al., 2003).

Para Silva (2010), o consumo alimentar pode ser influenciado por importantes pontos ligados a dieta como a deficiência ou excesso de nutrientes, densidade energética, antibióticos e substâncias antinutricionais, os flavorizantes e palatilizantes, as formas de processamento da dieta e a disponibilidade e quantidade de água. Em geral, os ingredientes mais palatáveis para os suínos são aqueles derivados de proteína animal, livres de fatores antinutricionais e com alta digestibilidade de energia e proteína, que, no entanto, apresentam maior custo.

Nesse sentido, ingredientes alternativos que possam ser utilizados na formulação de dietas para leitões na fase de creche devem ser avaliados quanto ao seu conteúdo nutricional e energético visando a manutenção do desempenho dos animais frente aos desafios decorrentes do estresse advindo do desmame.

### **2.3 Uso de alimentos alternativos de origem vegetal em rações para leitões na fase de creche**

Na região Nordeste, a produção de milho e soja é insuficiente, havendo a necessidade de importar estes ingredientes de outras regiões para atender a demanda destes produtos tanto para o consumo humano como para compor as rações dos animais. Esta indisponibilidade e o alto custo das matérias primas utilizadas na preparação das rações faz com que se busquem fontes alternativas que sejam economicamente viáveis e que atendam às exigências dos animais.

Sob o ponto de vista econômico na produção animal, a utilização de alimentos alternativos e subprodutos da indústria podem ser interessantes, porque podem reduzir o custo de alimentação, resultando em uma maior lucratividade ao produtor, sem afetar a qualidade nutricional da ração. Para Vieira et al. (2006a) ao se utilizar um novo ingrediente alimentar, devem ser obtidas informações sobre sua composição química e valor nutricional, níveis adequados para incorporar na dieta de acordo com o tipo de animal, fase produtiva e a melhor maneira de se manipular, transportar e armazenar o ingrediente

Muitas vezes, ingredientes considerados alternativos acabam tendo um custo maior do que o milho e o farelo de soja quando se relaciona os custos com o conteúdo de

nutrientes. Portanto, tais características como concentração de nutrientes e o seu valor econômico têm que ser levadas em consideração toda vez que se utilizarem estes ingredientes. Quando o milho e o farelo de soja aumentam de preço e/ou tornam-se escassos, ficam mais viáveis as dietas com ingredientes alternativos. Porém, na maioria das vezes, a disponibilidade de ingredientes alternativos é, em geral, baixa (Araújo, 2007).

Na literatura há uma busca por subprodutos que sejam capazes de substituir em parte ou totalmente o milho em rações para leitões na fase de creche, sendo assim, Patricio et al. (2006) trabalharam com silagem de grãos úmidos de sorgo (SGUS) de alto ou baixo conteúdo de tanino na alimentação de leitões na fase de creche, sendo o milho seco da ração controle substituído de 33, 66 a 100% por SGUS, onde não foram observadas diferenças no desempenho dos animais entre os tratamentos, portanto, podem substituir totalmente o milho nas rações para leitões em fase de creche, pois não prejudicam o desempenho e apresentam menores custos por quilograma de leitão produzido. Fialho et al. (2002) utilizando o sorgo em substituição ao milho em rações de leitões em recria (10 aos 30 kg), concluíram que o milho pode ser substituído pelo sorgo até o nível de 100% sem influenciar o desempenho dos suínos.

Trindade Neto et al. (2004), avaliaram o resíduo de polpas de frutas desidratadas na alimentação de leitões na fase de creche, observando que em dieta farelada, os resíduos desidratados podem substituir totalmente o milho.

Silva et al. (2008), trabalharam com silagens de raiz de mandioca contendo ou não soja integral em dietas para leitões, (e os resultados mostraram que, retirar) observando que as silagens apresentam bom valor nutritivo e podem ser utilizadas sem restrições na alimentação de leitões na fase de creche.

Em relação aos subprodutos do arroz em rações para leitões na fase de creche, Nepomuceno et al. (2011) concluíram que a quirera é viável até o nível de 56,0% de inclusão durante a fase de creche (21 a 63 dias). Já Gomes et al. (2012), avaliando o farelo de arroz integral, observaram que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) no desempenho zootécnico e na ocorrência de diarreia, sendo recomendado o nível máximo de até 20% deste subproduto.

Segundo Fialho et al. (2009), uma das maiores limitações na utilização de subprodutos de origem vegetal ou animal nas rações de animais não ruminantes é a presença de fatores antinutricionais que podem diminuir a digestibilidade dos nutrientes, afetando o desempenho animal. Além disso, o processamento para inativação dessas substâncias nem sempre apresenta resultado satisfatório e muitas vezes o custo desses procedimentos pode tornar o emprego desses alimentos economicamente inviável. Neste sentido, não há

informações a respeito da utilização do farelo de arroz parboilizado na alimentação para suínos, não havendo o conhecimento do efeito do processamento sobre a digestibilidade dos nutrientes presentes neste subproduto.

#### **2.4 Subprodutos do beneficiamento do arroz**

Entre os subprodutos da indústria que podem ser utilizados como ingredientes na alimentação animal, destacam-se os resíduos da indústria rizícola, que são originados do processo da seleção e industrialização do arroz para consumo humano, cujo custo, em algumas regiões e em épocas de safra é menor que do milho, e ainda pouco utilizados nas rações de animais.

Segundo Wascheck et al. (2010), o interesse pela utilização de resíduos de arroz na alimentação animal é grande, principalmente pela sua grande disponibilidade em algumas regiões brasileiras, aliado ao fato da necessidade de se encontrar alternativas que sejam técnica e economicamente viáveis para suplementação da dieta dos animais, principalmente nos períodos de carência nutricional.

Diferentes subprodutos da indústria de arroz têm sido pesquisados para serem utilizados na produção animal. Os subprodutos obtidos com o beneficiamento do arroz são a casca de arroz moída, os resíduos da limpeza do arroz, a quirera do arroz, o farelo de arroz desengordurado (FAD), o farelo de arroz integral (FAI) e o farelo de arroz parboilizado (FAP).

A casca de arroz moída é o primeiro subproduto a ser separado do grão inteiro, porém apresenta alto teor de sílica, lignina com baixa digestibilidade e o valor nutricional é baixo, podendo ser utilizada na alimentação de suínos em programas de restrição alimentar qualitativa.

Os resíduos da pré-limpeza representam entre 3 a 5 % do total do arroz colhido (Pedroso, 1985). Entre os resíduos encontram-se grãos inteiros, grãos quebrados, grãos chochos, cascas, palhas, sementes de capim arroz, impurezas, pó e pequenas partículas (Olivo et al., 1991), sendo utilizado em rações para frangos e bovinos de corte (Dutra Jr. et al., 2001; Olivo, et al., 1991, respectivamente).

A quirera de arroz, outro subproduto do beneficiamento do arroz, é obtida na peneiragem, em peneira de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro, após a retirada da casca do grão (MAPA, 2009). A quirera pode ser encontrada em graus variados de limpeza, apresentando como contaminantes a casca do arroz, sementes de invasoras, sendo composta

de grãos quebrados e deformados, podendo corresponder a 6,3% do volume total colhido no campo (Fialho et al., 2009). A quirera de arroz possui 7,48% de proteína bruta digestível para suínos, com 88% de digestibilidade da proteína, 0,50% de fibra bruta, e 3.491 kcal de energia metabolizável/kg para suínos (Rostagno et al., 2011).

Em relação aos farelos, para caracterizar os tipo integral, desengordurado e parboilizado deve-se ter o conhecimento do processo dos mesmos.

O processo de beneficiamento do arroz é chamado de polimento, sendo o arroz seco passado por rolos de borracha onde são retirados o pericarpo, a testa, o aleurona e o gérmen que são usados para a obtenção do farelo.

O farelo de arroz desengordurado (FAD) é um ingrediente resultante da extração por solvente da gordura do farelo de arroz integral para a produção de óleo comestível (Oliveira & Molina, 1981), apresentando 15,29 % de PB, 1,65% de EE e 10,86% de FB (Rostagno et al., 2011). No entanto, possui alta quantidade de fósforo total, cerca de 2,13%, embora a maior proporção deste mineral estando sob a forma de fitato (EMBRAPA, 1985).

Devido à retirada do óleo, o FAD pode ser conservado por maior período de tempo devido a não-rancificação, tendo uma maior estabilidade química e menor atividade das lipases.

O farelo de arroz integral (FAI) chega a ter na sua constituição cerca de 13% de proteína bruta, 14% de extrato etéreo, 10% de fibra bruta, 0,10% de cálcio e 1,63% de fósforo (Torres, 2003), além de possuir bons níveis de fósforo, manganês, vitaminas. O FAI apresenta ainda alto teor energético e pode ser incluído como um substituto do milho, no entanto devido ao teor de extrato etéreo na sua composição, com maior teor de ácidos graxos insaturados (ex. ácido palmítico, linoleico e oleico), de fácil oxidação, observa-se a maior susceptibilidade de diminuição da qualidade nutricional da ração principalmente em relação às vitaminas, bem como o prejuízo na qualidade energética com a inclusão deste ingrediente em dietas para não ruminantes. Assim, a adição de antioxidantes é necessária para diminuir esse problema, ou ainda a inativação das lipases por extrusão termoplástica, aumentando o período de armazenamento do farelo (Luh et al., 1991; Santos et al., 2006).

Além disso, os altos teores de fibra (8 a 20%) e de fósforo fítico presentes no FAI são responsáveis pela limitação desse ingrediente na formulação de ração para suínos, sendo que o teor de fibra depende da quantidade de casca incorporada. A presença do ácido fítico em alta quantidade, que pode chegar de 5,1 a 8,6% (Nelson, 1967) pode ser aproveitada por meio da utilização de enzimas para a hidrólise do fitato, mais especificamente a fitase, o que tornaria o fósforo mais disponível para absorção (Ludke et al., 2002).

Na literatura não são comuns os relatos do uso de FAI na alimentação de suínos na fase de creche (21 a 63 dias de idade). Por sua vez, os resultados das pesquisas com a utilização desse alimento na ração de suínos em crescimento e terminação têm demonstrado a viabilidade da inclusão em níveis superiores a 30% (Gomes et al., 2012).

Além do farelo de arroz integral (FAI) e do farelo de arroz desengordurado (FAD), o farelo de arroz parboilizado (FAP) encontra-se disponível devido ao aumento da produção e demanda de arroz parboilizado, sendo um subproduto de qualidade nutricional, porém ainda pouco estudado quanto a sua inclusão na alimentação de não ruminantes.

## **2.5 Farelo de arroz parboilizado**

O farelo de arroz parboilizado (FAP) é oriundo do processo de parboilização do arroz que consiste em um processo térmico aplicado no arroz antes do descascamento e polimento, sem adição de nenhum composto químico. A parboilização foi desenvolvida para aumentar a renda de beneficiamento, reduzir a adesividade do arroz, esterilizar o grão e aumentar a vida útil de prateleira (Nitzke, 2004).

A parboilização é realizada através de três fases distintas: encharcamento, gelatinização e secagem.

Na fase de encharcamento, o arroz em casca é colocado em tanques com água potável e aquecida em temperatura superior a 65°C, por seis a nove horas, sendo recomendável que este processo seja realizado com água aquecida, pois a energia oferecida pela temperatura elevada é responsável pelo rompimento das ligações de hidrogênio, possibilitando uma maior e mais rápida absorção de água para o interior do grão. Durante o encharcamento, ocorrem mudanças bioquímicas e químicas no arroz, onde a umidade ativa as enzimas da película onde irão fragmentar o amido, formando maltose e glicose, sendo a glicose um açúcar redutor, que ao reagirem com os aminoácidos das proteínas, causa o escurecimento não enzimático (Wally, 2004).

A gelatinização é a fase da parboilização onde há alteração na conformação do amido, deixando o arroz mais resistente, conseqüentemente, diminuindo as perdas. Essa etapa é considerada complementar a primeira, pois aproveita o intumescimento ocorrido na fase de encharcamento para aquecer o cereal homogeneamente. Com isso, o grão fica mais compacto, alterando a estrutura do amido e fixando os nutrientes e minerais que podem ser provenientes da casca. Ao final do processo, o ideal é que o grão contenha o teor de umidade parecido com a fase de encharcamento (30 a 32%) (Silva & Nörnberg, 2003). A temperatura de

gelatinização do grão não deve exceder ao 110°C, sendo a duração do processo de 10 minutos em média (Assis et al., 2009).

A secagem do grão é a última fase da parboilização cujo objetivo é reduzir a umidade do grão até o nível ideal para o beneficiamento (de 30 para 13%), a fim de obter um melhor rendimento do produto, e complementar o processo de gelatinização do amido. Com a secagem e o endurecimento do grão, as vitaminas e minerais estarão fixados, mantendo as suas propriedades preservadas. (Nitzke, 2004; ABIAP, 2003; Singh, 1999).

Após a secagem, os grãos de arroz passam para o descascador onde será retirada a casca do arroz é realizado através do atrito entre dois roletes de borracha que são pressionados por um cilindro pneumático. O arroz cai em uma câmara de ar que tem a função de separar a casca do grão. Os grãos que não foram descascados são separados pelo separador de marinheiro. Com separação da casca do grão o arroz passa para o brunidor, onde ocorre o polimento do arroz, extraindo-se do arroz o farelo. O farelo então passa a ser utilizado para alimentação animal e para a extração de óleo.

Denardin et al. (2003) avaliaram a composição nutricional do farelo de arroz parboilizado e obtiveram os valores de 89,75% MS, 9,73% para cinzas, 14,89% PB, 27,83% EE, tais valores foram superiores comparados com o farelo de arroz integral exceto para amido disponível 21,84% no FAP e 33,24% para o FAI. Segundo os autores tais resultados se devem a maior proporção de todos esses constituintes nas camadas mais externas dos grãos de arroz, devido a maior presença de endosperma nos farelos resultantes de grãos brancos polidos, causando um efeito diluidor no teor da maioria dos nutrientes de importância nutricional, seguido pelo aumento no teor de amido disponível. Já Lacerda et al. (2010) avaliaram nutricionalmente o farelo de arroz parboilizado e encontraram os seguintes valores para proteína 17,7%; lipídios 36,03; carboidratos 5,73%; fibra alimentar 34,06%; cinzas 7,01%, sendo que o conteúdo de carboidrato encontrado pelos autores encontra-se dentro da faixa de 5% a 15% para o teor de amido no farelo de arroz (Malekian et al. (2000). A diferença na composição encontradas por Denardin et al. (2003) e Lacerda et al. (2010) podem se explicadas devido a variedade do arroz, o tipo de solo e adubação em que ele foi cultivado, a época da safra, o processamento do grão.

Com reação a diferença na composição entre os farelos de arroz integral e parboilizado, vai depender do grau de moagem e da condição em que o arroz foi mantido durante a parboilização (Barber & Martinez, 1977). As características que o diferenciam do farelo de arroz integral estão relacionadas à ausência de atividade lipolítica, o que o torna um produto estável durante muitos meses, quanto à natureza dos componentes (Silva et al., 2001).

Além disso, o teor de óleo do farelo de arroz parboilizado é 39% maior do que o do farelo de arroz integral, mesmo não tendo diferença no conteúdo de cinzas e proteína (Siriwardane, 1969). Já para Palipane & Swarnasiri (1985) o teor de óleo no farelo de arroz parboilizado foi superior em 26% quando comparado com o farelo de arroz integral.

De acordo com Silva et al. (2001), o farelo de arroz parboilizado apresenta conteúdo de vitaminas menor que do arroz cru devido à migração desses nutrientes do pericarpo e aleurona para o endosperma amiláceo durante o processo de parboilização. Vieira et al. (2006b) observaram que o farelo de arroz parboilizado apresentou o maior conteúdo de cinza, fibra, proteína e gordura em relação ao farelo de arroz integral, porém menor teor de amilose (3,25 %).

Quando comparado o teor de amido do FAI com o FAP, observa-se que o FAP apresenta menor teor de amido na sua composição, devido a maior resistência dos grãos adquirido durante o processo de parboilização. De acordo com Helbig et al. (2007) no arroz parboilizado, o tratamento hidrotérmico provocar modificações na estrutura físico-química dos constituintes do grão, que parecem proporcionar um aumento da fração não digestível do amido, enquanto que, concentrações menores podem ser encontradas no farelo de arroz integral, que situa-se na faixa de 0,5 a 2% de amido resistente. Segundo Goddard et al. (1984), alguns efeitos metabólicos no organismo do animal podem ser causados não só pelas variações nas concentrações de amido como também na digestibilidade, influenciadas pela proporção amilose:amilopectina, processamento do grão, propriedades físico-químicas, tamanho do grão e presença de complexos lipídio-amilose.

Com relação ao teor de fibra, segundo Lacerda, et al. (2010), o processo de parboilização pode resultar em um maior teor de fibra alimentar no FAP devido à característica compacta e vítrea do grão de arroz parboilizado, tornando-o mais resistente à quebra e abrasão, possuindo, então, menor possibilidade de contaminação do farelo com endosperma.

A presença de fibra alimentar na dieta pode prejudicar a digestibilidade dos nutrientes, diminuindo a absorção e influenciando no tempo de retenção da digesta no trato gastro intestinal, tal fator vai depender da característica da fibra da dieta (Freire et al., 2000; Wenk, 2001). O farelo de arroz retém cerca de 70% da fibra total do grão descascado, sendo cerca de 2,0 a 2,5% de fibras solúveis, e grande quantidade de fibras insolúveis, estando entre 31 e 33% para o farelo de arroz parboilizado (Saunders, 1990).

É nas fibras solúveis onde se encontram, principalmente, as propriedades antinutricionais dos PNA, sendo capazes de se ligar a grande quantidade água, aumentando a

viscosidade do quimo. Para Campbell & Bedford (1992) o aumento da viscosidade leva à queda da taxa de difusão de partículas na digesta, diminuindo o contato enzima-substrato, ou seja, diminuindo a digestibilidade e absorção dos nutrientes, e aumentando a quantidade de fezes úmidas. Conforme há o aumento na concentração de PNA, Choct & Annison (1990) afirmam que há um decréscimo linear na EM de vários ingredientes. Além desses fatores, os PNA podem interferir na microflora intestinal, causando proliferação de microrganismos devido a maior disponibilidade de nutrientes no trato gastrointestinal (Bedford, 1995).

No arroz os polissacarídeos não digeridos pelas enzimas no trato gastro intestinal (celulose, hemicelulose, amido resistente e pectinas), está concentrado nas camadas externas do grão e diminui em direção ao centro, resultando em baixa concentração no arroz polido (Pascual, 2010), conseqüentemente isto pode resultar em uma maior concentração de polissacarídeos no farelo de arroz. O farelo de arroz apresenta em média 25% de PNA totais, sendo os arabinosilanos os que apresentam em maior quantidade, eles são responsáveis por uma sensível redução na energia metabolizável (Adrizal & Sell, 1996). A presença de 25% de PNA no farelo de arroz pode ser um importante fator antinutricional na alimentação de aves (Cantor, 1995) e de suínos.

Os PNA podem ser digeridos pelos monogástricos através da suplementação com enzimas exógenas, através de complexos enzimáticos. A inclusão de níveis elevados desses cereais em rações de alta densidade não é recomendada, devido ao seu maior teor de FB menor teor de gordura e a presença dos PNA.

O farelo de arroz parboilizado torna-se objeto de estudo devido as suas características nutricionais, por ser um alimento alternativo e por se tratar de um alimento pouco utilizado em suínos, principalmente em leitões na fase de creche.

## REFERÊNCIAS

- ABIAP. 2003. Associação Brasileira das Industrias de Arroz Parboilizado. Disponível em: <http://www.abiap.com.br>. Acesso em: 01/08/2011.
- ADRIZAL, P.E.P.; SELL, J.L. Utilization of defatted rice bran by broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.75, n.8, p.1012-1017. 1996.
- ARAÚJO, W.A.G. Alimentos energéticos alternativos para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.4, n° 1, artigo número 41, p.384-394, Janeiro/fevereiro 2007. Disponível em: <[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/041V4N1P384\\_394\\_JAN2007.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/041V4N1P384_394_JAN2007.pdf)> Acesso em: 15/01/2012.
- ASSIS, L.M.; ZARVAREZE, E.R.; RADUNZ, A.L., et al. Propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de aveia ou farinha de arroz parboilizado. **Alimentos e Nutrição - Brazilian Journal of Food and Nutrition**. Araraquara, v.20, n.1, p.15-24, jan/mar. 2009.
- BARBER, C.B; MARTINEZ, J.B. **In**: Proceedings of the rice by products utilization international conference". Valencia, Spain, 1977.
- BEDFORD, M.R. Mechanism of action and potential environmental benefits from the use of feed enzymes. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 53, p.145 - 155, 1995.
- BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V.; MORES, N. Efeito de diferentes fontes proteicas sobre desempenho, composição corporal e morfologia intestinal em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1735-1742, 2000.
- BERTOL, T.M.; MORES, N.; LUDKE, J.V.; et al. Proteínas de soja processadas de diferentes modos em dietas para o desmame de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1, p.150-157, 2001.
- BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.; et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – Revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 72, p. 449- 466. 1992.
- CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. **In**: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 5., 1995, Curitiba. [S.l.: s.n.], p. 31-42. 1995.
- CASTILLO, W.; KRONKA, R.N.; PIZAURO Jr., J.N., et al. Efeito da substituição do farelo de soja pela levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) como fonte proteica em dietas para leitões desmamados sobre a morfologia intestinal e atividade das enzimas digestivas intestinais. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v.12, n. 1, p.21-27. 2004.
- CHOCT, M.; ANNISON, G. Anti-nutritive activity of wheat pentosans in poultry diets. **British Poultry Science**, v.31: 809-819. 1990.

CONCI, V.A.; MAGALHÃES, R.M.; BENDER, P.E.; et al. Avaliação de subprodutos do arroz na alimentação de suínos. A quítera de arroz nas fases de recria e terminação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. v.1, p.79-88, 1996.

CONTE A.J., TEIXEIRA A.S., FIALHO E.T.; et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 32, p.1147-1156, 2003.

DENARDIN, C.C.; SILVA, L.P.; BEVILAQUA, P.R.; et al. Composição nutricional do farelo de arroz polido e parboilizado.. In: III Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado e XXV Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, 2003, Balneário Camboriú - SC. **Anais**. Itajaí - SC : Estação Experimental de Itajaí/ EPAGRI S. A., p. 614-616. 2003.

DUTRA JR, W.M.; BRACCINI NETO, J.; MOREIRA, J.C.S.; et al. Substituição parcial do milho por resíduo da pré- limpeza do arroz com a adição de enzimas para frangos de corte. I - desempenho produtivo. **Revista da FZVA**. Uruguiana, v. 7/8, n.1, p. 163-169. 2000/2001.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tabela de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 2.ed. Concórdia: Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1985. 28p.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; WYATT, R.D. The effect of diet on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.58, n.9, p.1396-1402, 1984.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, P.S.; et al. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e nutrição animal. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.1, p.93-104, 2002.

FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; ZANGERONIMO, M.G., et al. **Alimentos Alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE. 232p. 2009.

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

GIROTTI, A.F.; SANTOS FILHO, J.J. Custo de produção de suínos. Concórdia: **EMBRAPA/CNPASA**, 2000. 36p (Documentos, 62).

GODDARD, M.S.; YOUNG, G. MARCUS, R. The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.39, p.388-392, 1984.

GOMES, T.R.; CARVALHO, L.E.; FREITAS, E.R. et al. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**. 61 (233): 129-139. 2012.

GÓMEZ, R.S.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; et al. Growth performance, diet apparent digestibility and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 644-653, Mar. 2002.

GRAY, G.M. Starch digestion and absorption in nonruminants. Symposium starch digestion. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.122, p.172-177, 1992.

HELBIG, E.; ROMANO, C.M.; RADÜNZ, A.L.; et al. Efeitos da amilose e do processamento na formação e estabilidade do amido resistente em arroz. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, p.296-301, 2007.

KELLY, D., SMYTH, J.A., MCCRACKEN, K.J. Digestive development of the early-weaned pig. 1. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive tract and on changes in digestive enzyme activity during the first week post-weaning. **British Journal of Nutrition**, 65:169-180. 1991.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T.; et al. Fatores que influenciam no desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**. 37 (Supl 1): s195-s209. 2009.

LACERDA, D.B.C.L.; SOARES JÚNIOR, M.S.; BASSINELLO, P.Z.; et al. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 521-530, out./dez. 2010.

LIMA, G.J.M.M.; MARTINS, R.R.; ZANOTTO, D.L.; et al.. Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz. In: **Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos**, 1999, Belo Horizonte, MG. Anais. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSEA, p. 445-446. 1999.

LIMBERG, V. M. **Modificação física e química do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos**. Dissertação de Mestrado. UFSM, Santa Maria. p.79. 2005.

LINDEMAN, M.D.; CORNELIUS, S.G.; EL KANDELGY, S.M.; et al. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 5, p. 1298-1307, 1986.

LOVATTO, P. A. 2008. **Suinocultura geral: Nutrição e alimentação** [online]. Disponível em: [www.ufsm.br/suinos/CAP5\\_alim.pdf](http://www.ufsm.br/suinos/CAP5_alim.pdf). Acesso em: 10/01/2012.

LUDKE, M.C.M.M.; LOPEZ, J.; LUDKE, J.V. et al. Utilização de fitase com ou sem farelo de arroz desengordurado para suínos em crescimento/terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p. 2002-2010, 2002.

LUH, B.S.; BARBER, S.; BARBER, C.B. Rice bran: chemistry and technology. In: LUH, B. S. **Rice: utilization**. 2. ed. New York: Van Nostrand Reinhold, v. 2. p. 314- 362. 1991.

MAHAN, D.C.; NEWTON, E.A. Evaluation of feed grains with dried skim milk and added carbohydrate sources on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, p. 3376-3382, 1993.

MAKKINK, C.A. et al. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly weaned piglets. **British Journal Nutrition**, v. 72, n. 3, p. 353-368, 1994.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 6, de 16 de fevereiro de 2009. Disponível em: [http://www.claspar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/ArrozInstrucaoNormativa06\\_09.pdf](http://www.claspar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/ArrozInstrucaoNormativa06_09.pdf). Acesso em: 12/03/2012.

MCCRACKEN, D.A., GASKINGS, H.R., RUWE-KAISER, P.J., et al. Diet-dependent and diet-independent metabolic responses underline growth stasis of pigs at weaning. **Journal of Nutrition**, 125:2838-2845. 1995.

MILLER, B.G., JAMES, P.S., SMITH, M.B., et al. Effect of weaning on the capacity of pig intestinal villi to digest and absorb nutrients. **Journal Agriculture Science**, Cambridge. 107: 579-589. 1986.

MORÉS, N. & AMARAL, A.L. do. **Patologias associadas ao desmame** [online]. Concórdia, Embrapa Suínos e Aves, 2001. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Palestras2001/Nelson\\_Mores.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/abrades-sc/pdf/Palestras2001/Nelson_Mores.pdf). Acesso em: 15/01/2012.

NABUURS M. J. A. et al. Villus height and crypt depth in weaned and unweaned pigs, reared under various circumstances in the Netherlands. **Research in Veterinary Science**, v. 55, p. 78-84, 1993.

NELSON, T.S. The utilization of phytate phosphorus by poultry: a review. **Poultry Science**, Champaign, v.46, n.4, p.862-871. April/1967.

NEPOMUCENO, R.C.; CARVALHO, L.E.; FREITAS, E.R., et al. Inclusão da quirera de arroz em rações de suínos na fase de creche. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.718-728 jul/set, 2011.

NERY, V.L.H. **Níveis de lisina para suínos alimentados com rações contendo subprodutos de arroz**. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 79p. 2008.

NITZKE, J.A. **Terra de arroz**. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. UFRGS. 2004. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/iccta/agronom/arroz/esqarroz.htm>. Acesso em: 02/12/2011.

NUÑEZ, M.C., BUENO, J.D., AYUDARTE, M.V., et al. Dietary restriction induces biochemical and morphometric changes in the small intestine of nursing piglets. **Journal of Nutrition**, 126:933-944. 1996.

OLIVEIRA, M. C.; CANCHERINI, L. C.; GRAVENA, R. A.; et al. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.36, v.4, p. 825-831, 2007.

OLIVEIRA, R.L.; MOLINA, C.S. **Farelos vegetais. Companhia de silos e armazéns.** Porto Alegre: CORAG, 1981. 20p.

OLIVO, C.J.; BRUM, A.E.S.; VIEIRA, M.P.; et al. Componentes e composição química do resíduo de limpeza do arroz e sua utilização na alimentação de novilhas leiteiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, n. 21, v. 2, p.257-266, 1991.

PALIPANE, K.B.; SWARNASIRI, C.D.P. Composition of raw and parboiled rice bran from common Sri Lankan varieties and from different types of rice mills. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 33, 734-738. 1985.

PASCUAL, C.S.C.I. **Efeito da parboilização do arroz (*Oryza sativa* L.) integral sobre os compostos bioativos e a disponibilidade do amido.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. 102 p. 2010.

PASSILLÉ, A.M.B.; PELLETIER, G.; MÉNARD, J.; et al. Relationships of weight gain and behavior to digestive organ weight and enzyme activities in piglets. **Journal of Animal Science**, v.67, n.12, p.2921-2929, 1989.

PATRICIO, V.M.I.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; et al. Avaliação nutricional da silagem de grãos úmidos de sorgo de alto ou de baixo conteúdo de taninos para leitões na fase de creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1406-1415, 2006.

PEDROSO, A.B. Arroz irrigado: obtenção e manejo de cultivares, 2. ed. Porto Alegre, SAGRA, 159p. 1985.

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, p.215-236, 1997.

PLUSKE, J.R., WILLIAMS, I.H., AHERNE, F.X. Maintenance of villus height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. **Animal Science**, 62:131-144. 1996 a.

PLUSKE, J.R., WILLIAMS, I.H., AHERNE, F.X., Villus height and crypt depth in piglets in response to increases in the intake of cows' milk after weaning. **Animal Science**. 62:145-158. 1996 b.

PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. Nutrition of the neonatal pig. In: VARLEY, M.A. (Ed.). **The neonatal pig: development and survival.** Wallingford: CAB International, 1995. p.187-235.

QUADROS, A.R.B., SILVA, J. H. S., KIEFER, C., et al. Diferentes níveis de quirera de arroz usada em substituição ao milho na dieta de suínos machos castrados – fase de crescimento/terminação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...** Viçosa : SBZ, p.271. 2000.

RANTZER, D.; KIELA, P.; THAELA, M.J.; et al. Pancreatic esocrine secretion during the first days after weaning in pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 1324-1331, 1997.

ROPPA, L. **Avanço na nutrição de leitões**. Anuário Suinícola, janeiro, 1998.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L., et al. 2011. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos**. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3ª ed. Viçosa:UFV, p. 252. 2011.

SANTOS, A.B.; STONE, L.F.; VIEIRA, N.R.A. **A cultura do arroz no Brasil**. 2. ed. Santo Antônio da Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006.

SAUNDERS, R. M. The properties of rice bran as a foodstuff. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 35, n. 7, p. 632-636, 1990.

SILVA, C.A. Consumo dos suínos. **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. Londrina. Capítulo 4. 1ªed. Phythobiotics, 2010. 203-266p.

SILVA, F.A.; DUTRA JR., W.M.; RABELO, C.B.V; et al. Desempenho de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de quirera de arroz em substituição parcial ao milho na região de Iguatu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006, cd rom.

SILVA, L.P.; NÖRNBERG, J.L. Prebióticos na nutrição de não ruminantes. **Revista Ciência Rural**, v. 33, n. 4, p. 55-65, 2003.

SILVA, M.A.; SANCHES, C.; AMANTE, E.R. Farelo de arroz composição e propriedades. **Óleos & grãos**. Julho/agosto, 2001.

SILVA, M.A.A.; FURLAN, A.C.; MOREIRA, I.; et al. Avaliação nutricional da silagem de raiz de mandioca contendo soja integral para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1441-1449, 2008.

SINGH, S.; KALIA, M.; MALHOTRA, S.R. Effect of parboiling, hand-pounding and Machine-milling on chemical composition of rice. **Journal of Food Science and Technology**, v.36. p.434-435, 1999.

SIRIWARDENE, J.A.S. Analytical data on rice bran processed in Ceylon. **Ceylon Veterinary Journal**. 17, 73-76. 1969.

SOTO, W.L.C. **Digestibilidade da levedura desidratada e efeitos da sua utilização sobre a morfologia intestinal, atividade das enzimas digestivas e desempenho de suínos**. 1999, Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

TORRES, D.M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves**. Tese. Lavras. Minas Gerais. 187p. 2003.

TRINDADE NETO, M.A.; BARBOSA, H.P.; PETELINCAR, I.M.; et al. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p. 687-695, 2002.

TRINDADE NETO, M.A.; BARBOSA, H.P.; PETELINCAR, I.M.; et al. Efeito do processamento e nível de proteína em dietas com milho e soja no desempenho de leitões desmamados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 427-435. 2003.

TRINDADE NETO, M. A.; PETELINCAR, I. M.; BERTO, D. A. Resíduo de polpas de frutas desidratadas na alimentação de leitões em fase de creche. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1254-1262, 2004.

VEGA, Y.M.; PUCHAL, A.A.; BUDDINGTON, R.K. Intestinal amino acid and monosaccharide transport in suckling pigs fed milk replaces with different sources of carbohydrate. **Journal of Nutrition**, v.122, n.12, p.2430-2439, 1992.

VENTE-SPREEUWENBERG, M.A.M.; VERDONK, J.M.A.J.; VERSTEGEN, M.W.A. et al. Villus height and gut development in weaned piglets receiving diets containing either glucose, lactose or starch. **British Journal of Nutrition**, v.90, n.4, p.907-13, 2003.

VIEIRA, A.A.; BRAZ, J.M.; COSTA, A.D. Desempenho de suínos em crescimento alimentados com dietas contendo bagaço de cevada. **In: XVI Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Recife (PE), 2006, Anais... Recife. CD-ROM. 2006a.

VIEIRA, D.C.; BIERHALS, V.; MACHADO, V.G.; et al. Caracterização físico-química em arroz e derivados de um variedade recomendada para plantio. **In: XXI Congresso de Iniciação Científica e Tecnologia em Engenharia- CRICTE 2006**. 2006b.

VIOLA, E.S.; VIEIRA, S.L. Ácidos orgânicos e suas misturas em dietas de suínos. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUINOS**. Campinas, 2003. **Anais**. Campinas: CBNA, 2003. p.255-284.

WALLY, A.P. **Controle de qualidade no beneficiamento de arroz parboilizado**. 2004. Relatório final de estágio (Estágio Curricular do Curso de Química de Alimentos) - Faculdade de Ciências Domésticas, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 52p. 2004.

WASCHECK, R.C.; REZENDE, P.L.P.; MOREIRA, P.C.; et al. Degradabilidade e produção de gases *in vitro* de fontes energéticas alternativas na alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 425-430, 2010.

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

## **CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE DO FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

**RESUMO** – Com o objetivo de avaliar a composição química e o valor nutricional do farelo de arroz parboilizado, foram utilizados 14 leitões machos castrados de mesma linhagem comercial, com peso médio inicial de  $17,2 \pm 1,02$  kg, sendo estes distribuídos entre os tratamentos: RR (ração referência) e RT (ração teste), em que a RT era composta por 70% da RR e 30% de farelo de arroz parboilizado. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e sete repetições. O farelo de arroz parboilizado promoveu alterações nos coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e da energia bruta. A substituição de 30% da ração referência pelo farelo de arroz parboilizado na ração teste, diminuiu em 10,37% a proteína digestível, 5% a energia digestível e 5,55% a energia metabolizável. Esta redução pode ter ocorrido em função da composição nutricional e do efeito do processamento para a obtenção do farelo utilizado. O farelo de arroz parboilizado apresenta 93,74% de MS; 3,12% de MM; 17,15% de PB; 33,75% de FDN; 15,91% de FDA, 27,33% de EE e 2321,08 kcal EM/kg e coeficientes de digestibilidade da MS, MM, PB, FDN, FDA e EE de 61,61; 4,23; 8,45; 45,72; 91,30; 64,39 e 56,49%, respectivamente.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, energia metabolizável, nutrientes digestíveis, suínos.

## **CHAPTER 2 – DIGESTIBILITY OF PARBOILED RICE BRAN FOR PIGS AT NURSERY PHASE**

**ABSTRACT** – An assay was conducted to determine the chemical composition and nutritional value of parboiled rice bran. A total of 14 piglets of commercial lineage  $17.2 \pm 1.02$ kg, were distributed in the treatments: RR (reference ration) and TR (test ration). TR was composed by 70% of RR and 30% of rice bran parboiled, in a completely randomized design with 2 treatments and 7 replicates. The parboiled rice bran promoted changes in digestibility and metabolizability of dry matter, ether extract, crude protein, and gross energy. Replacing 30% of the basal diet of parboiled rice bran in the diet test, reduced digestible protein on 10.37% , 5% on digestible energy and 5.55% on metabolizable energy. This reduction can be a function of nutrient composition and the effect of processing for obtaining bran used. The parboiled rice bran has 93.74% dry matter, 3.12% of mineral matter, 17.15% crude protein, 33.75% neutral detergent fiber, 15.91% acid detergent fiber, 27.33% of ether extract and 2321, 08 kcal/kg and digestibility of dry matter, ash, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and ether extract of 61.61, 4.23, 8.45, 45.72, 91.30, 64.39 and 56.49% , respectively.

**Keywords:** alternative ingredients, digestible energy, digestible nutrients, pigs.

## 1 INTRODUÇÃO

Em virtude da alimentação de suínos sustentar-se basicamente na utilização do milho e do farelo de soja, qualquer variação na composição dos custos desses produtos refletirá diretamente na margem de lucros do suinocultor (Trindade Neto et al., 1995). Em virtude da oscilação dos preços destes ingredientes, as pesquisas relacionadas à busca por ingredientes alternativos são constantes.

Segundo Azevedo (1996), a diversidade de alimentos e seus subprodutos utilizados na formulação de rações são indicativos da necessidade de se conhecer os seus valores nutritivos e energéticos, objetivando melhor aproveitamento e utilização de forma mais racional, sendo que a precisão dos valores de composição química, energética e digestibilidade de nutrientes, além de necessária, são primordiais na busca da redução dos custos e de uma melhor produtividade.

A análise química, somente, não é capaz de determinar um bom desempenho zootécnico para o animal, por isso se faz necessário a determinação da digestibilidade dos ingredientes da ração para que se consiga atingir as exigências nutricionais.

Para Bertol & Ludke (1999), a capacidade digestiva dos suínos e o processamento ao qual são submetidos os subprodutos industriais são fatores que alteram a disponibilidade dos nutrientes, variando o valor nutricional destes alimentos. Além disso, nas tabelas de composição de alimentos, nem sempre são encontrados valores de energia de determinados alimentos utilizados exclusivamente em dietas para leitões.

O arroz está entre os cereais mais consumidos do mundo. O Brasil é o 9º maior produtor mundial e a safra 2009/2010 foi de 11,26 milhões de toneladas (MAPA, 2011), sendo a área cultivada com arroz, nesta mesma safra, em torno de 2.795,1 mil hectares (CONAB, 2010). A produção está distribuída nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Mato Grosso. A área plantada no Estado do Ceará é de 27,7 mil hectares (ha), ficando atrás de Maranhão e Piauí com 470 e 134,9 mil ha, respectivamente.

O processo de beneficiamento do arroz em casca para torná-lo apto ao consumo humano proporciona subprodutos que podem ser destinados à alimentação animal, sendo que cerca de 25% do volume é constituído de subprodutos (farelos, óleos e quirera) que podem se constituir em fontes de nutrientes para os animais.

O farelo de arroz integral vem sendo utilizado na alimentação de diversas categorias de animais. Vários experimentos já foram realizados para testar suas propriedades

(Gomes et al., 2012; Campos et al., 2002; Robles & Ewan, 1982). Entretanto, os subprodutos do arroz parboilizado, como o farelo, ainda são pouco avaliados na alimentação animal.

Com isso, foi realizado um ensaio para avaliação nutricional e energética do farelo de arroz parboilizado, com o objetivo de determinar os nutrientes, energia digestível e metabolizável deste ingrediente para leitões na fase de creche.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Instalações, animais e dietas experimentais**

O ensaio foi conduzido no mês de setembro de 2011, nas instalações experimentais do Setor de Suinocultura pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

Para o monitoramento do ambiente, durante o período experimental, foram instalados no interior do galpão seis data loggers da marca HOBO<sup>®</sup>, três de cada lado do galpão, na altura dos animais, nos quais as temperaturas e umidades relativas do ar foram obtidos dos data loggers no fim do período experimental.

Foram utilizados 14 leitões machos castrados, de linhagem comercial, com peso inicial de  $17,2 \pm 1,02$  kg. Os animais foram alojados em gaiolas para estudos metabólicos. Ao início do ensaio, os animais foram pesados e distribuídos entre os tratamentos experimentais, os quais foram constituídos por duas dietas:

Ração referência: formulada para atender as exigências nutricionais mínimas para suínos machos castrados, com o peso vivo de 15 a 30 kg e alto potencial genético, de acordo com Rostagno et al. (2011) (Tabela 1).

Ração teste: dieta composta por 70% da dieta referência e 30% de farelo de arroz parboilizado.

As análises químico-bromatológicas dos ingredientes que compuseram as rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – DZ/CCA/UFC, onde se obteve 87,48% de MS e 7,45% de PB para o milho; 90,58% de MS e 39,88% de PB para o farelo de soja.

O experimento teve duração de 12 dias, sendo os sete primeiros para adaptação dos animais às gaiolas e determinação do consumo de ração e os cinco finais para as coletas de fezes e urina.

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética da dieta referência.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Dieta Referência</b>
Milho	41,85
Farelo de soja	33,48
Soro de leite permeado pó	15,00
Acúcar	5,00
Calcário calcítico	1,01
Fosfato mono-bicálcico	1,45
Sal comum	0,09
L-lisina HCl	0,19
DL-Metionina	0,09
Suplemento vitamínico-mineral <sup>1</sup>	0,40
Inerte	1,44
<b>Total</b>	<b>100,00</b>
<b>Composição calculada<sup>2</sup></b>	
Energia metabolizável, kcal/kg	3230,00
Proteína bruta, %	19,24
Fibra em detergente neutro, %	9,93
Fibra em detergente ácido, %	4,24
Lisina dig., %	1,09
Metionina + cistina dig., %	0,61
Cálcio, %	0,77
Fósforo disp., %	0,38
Sódio, %	0,20

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 1.500.000 UI de vitamina A, 450.000 UI de vitamina D3, 22,50 mg de biotina, 68 mg de colina, 7.500 mg de niacina, 4.500 mg de pantotenato de cálcio, 5.000 mg de vitamina B12, 1.300 mg de vitamina B2, 7.500 mg de vitamina E, 1.500 mg de vitamina K3, 12,5g de ferro, 5.250 mg de cobre, 8.750 mg de manganês, 26,25 g de zinco, 350 mg de iodo, 75 mg de selênio.

<sup>2</sup>Valores nutricionais dos ingredientes, propostos por Rostagno et al. (2011).

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 08h00 e às 17h00, sendo a ração fornecida na forma úmida, na proporção de 1:1, após 30 minutos do início do fornecimento, as sobras eram recolhidas e pesadas, determinando assim a quantidade de ração ingerida. A água era fornecida à vontade depois de cada trato.

A quantidade de ração fornecida no período de coleta de fezes foi definida de acordo com o menor consumo obtido durante os 7 dias iniciais, baseado no peso metabólico ( $\text{kg}^{0,75}$ ) de cada tratamento. O óxido férrico ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) foi utilizado como marcador fecal, sendo utilizado 1% para determinar o início e o final do período de coleta.

Foi utilizado o método de coleta total de fezes, as quais foram colhidas e pesadas em sacos plásticos duas vezes ao dia, sendo armazenados em freezer a  $-8^{\circ}\text{C}$  para posterior análise.

A urina foi colhida uma vez ao dia, em baldes plásticos, contendo 20 mL de solução 1:1, de água destilada e ácido clorídrico, com o objetivo de não permitir a perda de nitrogênio e a proliferação de bactérias e fungos. O volume de urina produzido foi mensurado e retirado uma alíquota de 20%, que foi mantida congelada.

Ao final do experimento, as fezes e urina de cada animal foram descongeladas e homogeneizadas para a obtenção de uma amostra composta para cada animal, aproximadamente 200g. As porções de fezes foram submetidas à pré-secagem, em estufa com circulação de ar forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas, e posterior moagem, em moinho de facas com peneira com crivo de 1 mm. As amostras de urina foram secas em placas de Petri, em estufa com circulação de ar forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  por 72 horas, sendo que a cada 24 horas o volume das placas foi completado. As amostras de ração e ingredientes foram moídas, seguindo os mesmos procedimentos descritos para as amostras de fezes.

Os ingredientes, as rações e as fezes, foram analisados no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, sendo determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) de acordo com Silva & Queiróz (2002).

As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas conforme descrito por Van Soest et al.(1991).

A determinação da energia bruta (EB) dos ingredientes, rações, fezes e urina foram realizadas utilizando-se bomba calorimétrica adiabática marca PARR modelo 1241EA.

A partir dos valores de MS, PB, FDN, FDA, MM, EE e EB, determinados pelas análises, foram calculados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e da energia metabolizável do farelo de arroz parboilizado, utilizando-se as fórmulas descritas por Sakomura & Rostagno (2007).

## **2.2 Delineamento experimental e análise estatística**

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados, com 2 tratamentos (dieta referência e dieta teste) e 7 repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por um animal. Os dados obtidos, após serem analisados quanto à homogeneidade

de variâncias através do teste Levene a 5%, e as médias comparadas pelo teste F, de acordo com o procedimento PROC GLM do software SAS 9.2.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas no interior do galpão foram de 28,8°C e 62,51%, respectivamente, o valor registrado para a temperatura está fora da faixa de conforto térmico ideal para leitões desmamados (22 a 24°C), mas está abaixo da temperatura crítica superior (35°C). Com relação a umidade relativa do ar no interior do galpão, esta encontra-se dentro da faixa (50-70%) (Hannas, 1999).

Vale ressaltar que dentro da suinocultura moderna os suínos quando estão dentro da zona de conforto térmico são capazes de expressar sua máxima produtividade sem afetar sua capacidade fisiológica.

Na Tabela 2, são apresentados os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria mineral (CDMM), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA), proteína bruta (CDPB), energia bruta (CDEB), e valores de proteína digestível (PD), energia digestível (ED) e metabolizável (EM) das rações referência e teste.

Comparando os coeficientes de digestibilidade das duas rações, observou-se que a presença do farelo de arroz parboilizado na ração teste promoveu alterações nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e da energia bruta.

Neste experimento, a substituição de 30% da ração referência pelo farelo de arroz parboilizado na ração teste, diminuiu em 10,37% a proteína digestível, 5% a energia digestível e 5,55% a energia metabolizável. Esta redução pode ter ocorrido em função da composição nutricional e do efeito do processamento para a obtenção do farelo utilizado.

Ebert et al. (2005) ao compararem a digestibilidade de nutrientes e energia do arroz cru e do milho, observaram que o arroz cru apresentou maior coeficiente de digestibilidade na matéria seca e energia, porém menor para a proteína. De acordo com esses mesmos autores, a digestibilidade aparente da proteína bruta está associada tanto à qualidade da proteína quanto à sua quantidade.

Tabela 2. Coeficientes de digestibilidade e valores de proteína, energia digestível e energia metabolizável das rações referência e teste.

Variáveis <sup>1</sup>	Ração Referência	Ração Teste	Média Geral	CV(%) <sup>2</sup>	Pr>F <sup>3</sup>
CDMS	86,30a	78,89b	82,59	2,51	<0,0001
CDMM	43,03a	31,39a	37,21	27,99	0,0600
CDFDN	36,56a	28,13a	32,35	42,47	0,2732
CDFDA	51,98a	50,10a	51,04	16,53	0,6844
CDEE	75,13b	79,98a	77,55	4,55	0,0074
CDPB	84,47a	78,44b	81,45	4,10	0,0055
CDEB	86,91a	77,79b	82,35	2,01	<0,0001
PD (%)	17,73	15,89	-	-	-
ED (kcal/kg)	3.003,42	2.851,82	-	-	-
EM (kcal/kg)	2.847,74	2.689,75	-	-	-

<sup>1</sup>CDMS= Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMM= Coeficiente de digestibilidade da matéria mineral; CDFDN= Coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro; CDFDA= Coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido; CDEE= Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDPB= Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEB= Coeficiente de digestibilidade da energia bruta; PD= Proteína digestível; ED= Energia digestível; EM= Energia metabolizável; <sup>2</sup>CV(%)= Coeficiente de variação; <sup>3</sup>Teste F a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 encontram-se os valores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável do farelo de arroz parboilizado.

Tabela 3. Composição química, coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade, nutrientes digestíveis e energia metabolizável do farelo de arroz parboilizado.

Nutrientes e Energia <sup>1</sup>	Composição Química	Coeficientes de Digestibilidade e Metabolizabilidade	Nutrientes Digestíveis e Energia Metabolizável
MS (%)	93,74	61,61	57,75
MM (%)	3,12	4,23	0,13
FDN (%)	33,75	8,45	2,85
FDA (%)	15,91	45,72	7,18
EE (%)	27,33	91,30	24,95
PB (%)	17,15	64,39	11,04
EB (kcal/kg)	4108,62	56,49	2321,08

<sup>1</sup>MS(%)= Matéria seca; MM(%)= Matéria mineral; FDN(%)= Fibra em detergente neutro; FDA(%)= Fibra em detergente ácido; EE(%)= Extrato etéreo; PB(%)= Proteína bruta; EB(kcal/kg)= Energia bruta.

Com relação ao coeficiente de digestibilidade da MS do FAP este foi menor comparado com 89,3 e 91,2%, respectivamente, para dietas com milho e farelo de soja, ou aveia e caseína, observados por Etheridge et al. (1984), com leitões desmamados aos 21 dias de idade. Tal resultado encontrado para o FAP nesta pesquisa pode ser devido ao nível mais elevado de fibra em detergente ácido (FDA) na dieta, e uma maior quantidade de fibra tende a diminuir a digestibilidade nutricional (Lindberg & Ogle, 2000 apud Lokaewmanee et al., 2011).

Para Oliveira et al. (2007), os ingredientes de origem vegetal mais utilizados em dietas para não ruminantes são relativamente ricos em amido e proteína, mas contêm nutrientes não digestíveis presentes na parede celular, como os polissacarídeos não amiláceos (PNA), os oligossacarídeos, além de não carboidratos como glicoproteínas, ésteres fenólicos, hemicelulose, pectina e lignina. De acordo com Cantor (1995), a presença de 25% de PNA no farelo de arroz pode ser um importante fator antinutricional na alimentação de aves e de suínos.

Com relação ao amido, Goddard et al. (1984) relataram que alguns efeitos metabólicos no organismo do animal podem ser causados não só pelas variações nas concentrações de amido como também na digestibilidade, influenciadas pela proporção amilose:amilopectina, processamento do grão, propriedades físico-químicas, tamanho do grão e presença de complexos lipídio-amilose.

Já o alto teor de fibra pode aumentar a taxa de passagem do alimento no trato gastrintestinal reduzindo a absorção dos nutrientes (Le Goff et al., 2002). Em consequência, geralmente observa-se relação inversa entre a fração de fibra presente na dieta e a digestibilidade da matéria seca (King & Taverner, 1975). Porém o consumo de ração pode diminuir com o aumento da fração fibrosa nas rações em decorrência do aumento da viscosidade da digesta, que aumenta o volume ocupado pelo alimento no trato gastrintestinal e o tempo de passagem desse alimento pelo trato gastrintestinal (Fialho, 1991).

O farelo de arroz parboilizado apresentou maior teor de PB em relação ao farelo de arroz desengordurado (17,15 vs 15,29) apresentado por Rostagno et al. (2011). Em comparação com esses mesmos autores para o coeficiente de digestibilidade deste mesmo nutriente, observou-se que o FAI e o FAD apresentaram mesmos valores de digestibilidade (74,60%) sendo superiores aos valores obtidos no presente trabalho (64,39%) para o FAP.

O valor observado para energia metabolizável foi de 2.321kcal/kg, sendo este menor do que os dos outros subprodutos do arroz como quirera, farelo de arroz integral e farelo de arroz desengordurado, 3.491, 3.111, 2.450kcal/kg, sumarizados por Rostagno et al.

(2011). Tal resultado pode ser explicado pela concentração de PNA, principalmente os arabinoxilanos encontrados em maior quantidade no farelo de arroz, e devido a sua presença pode causar uma redução linear na energia metabolizável (Choct & Annison, 1990); Adrizal & Sell, 1996).

Com relação ao CDEE, observou-se que o farelo de arroz parboilizado apresentou elevado coeficiente de digestibilidade desta fração (91,30%), sendo superior a digestibilidade do extrato etéreo (80%) do farelo de arroz integral (Rostagno et al., 2011).

O alto teor de extrato etéreo na composição do farelo de arroz parboilizado (FAP) utilizado na pesquisa corrobora com os obtidos por Silva et al. (2001), que afirmam que no farelo de arroz parboilizado os teores de lipídios podem ser maiores que no farelo de arroz integral, devido à quase total ausência de amido. De acordo com Paucar-Menacho et al. (2007), o óleo extraído do farelo de arroz parboilizado é composto, de 23,6% de ácidos graxos saturados, de 43,7% de ácidos graxos monoinsaturados e 32,7% de ácidos graxos poliinsaturados, assim, observa-se que em função da maior participação de ácidos graxos insaturados, há tendência para oxidação e formação de peróxidos indesejáveis do ponto de vista nutricional aos leitões.

Os ácidos graxos insaturados são mais afetados no processo de rancidez, entretanto, o processo de parboilização inibe parcialmente as enzimas lipase e lipoxigenase (Shaheen et al., 1975), o que explica a baixa acidez e prolongada atividade de farelo de arroz parboilizado, além da maior concentração de lípidos, em comparação com farelo de arroz integral, o que o torna um produto estável durante quatro meses mantidos a 38°C, quanto à natureza dos componentes (Silva et al., 2006).

Apesar do elevado teor de extrato etéreo no farelo de arroz parboilizado, observa-se que este subproduto apresentou menor energia metabolizável quando comparado a outros subprodutos do arroz podendo estar relacionado com o efeito negativo da estabilização do farelo por aquecimento através do processo de parboilização, o qual realça as ligações das proteínas e carboidratos, o que dificultaria o aproveitamento destes (Tang et al., 2002).

## **CONCLUSÃO**

O farelo de arroz parboilizado apresenta 93,74% de MS; 3,12% de MM; 17,15% de PB; 33,75% de FDN; 15,91% de FDA, 27,33% de EE e 2321,08 kcal EM/kg e coeficientes de digestibilidade da MS, MM, PB, FDN, FDA e EE de 61,61; 4,23; 8,45; 45,72; 91,30; 64,39 e 56,49%, respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- ADRIZAL, P.E.P.; SELL, J.L. Utilization of defatted rice bran by broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.75, n.8, p.1012-1017. 1996.
- AZEVEDO, D.M.S. **Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves**. Dissertação (Mestrado) 1996. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 68 p., 1996.
- BERTOL, T.M. & LUDKE, J.V. Determinação dos valores de energia e do balanço de nitrogênio de alguns alimentos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1279-1287, 1999.
- CAMPOS R.M., LUDKE J.V., TERRA N.N. Farelo de arroz integral e farinha de mandioca integral na dieta de suínos e o efeito na carcaça e no pernil. In: **Anais...Congresso Latino Americano de Suinocultura**. 1: 239-240. 2002.
- CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: **RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA**, 5., 1995, Curitiba. [S.l.: s.n.], p. 31-42. 1995.
- CHOCT, M.; ANNISON, G. Anti-nutritive activity of wheat pentosans in poultry diets. **British Poultry Science**, v.31: 809-819. 1990.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Safra 2009/2010 Sexto Levantamento. Março de 2010. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos\\_07.01.10.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4graos_07.01.10.pdf). Acessado em: Setembro de 2011.
- EBERT, A.R., RIBEIRO, A.M.L., KESSLER, A.M. Desempenho e digestibilidade de leitões recém desmamados recebendo grãos de arroz, milho ou farinha de trigo escura. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.13, n.2, p.43-50. 2005.
- ETHERIDGE, R.D., SEERLEY, R.W.; WYATT, R.D. The effect of diet on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**. 58:1396-1402. 1984.
- FIALHO, E. T.; **Disponibilidade do manganês do farelo de arroz para frangos de corte**. 1991. 156p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- GODDARD, M.S.; YOUNG, G. MARCUS, R. The effect of amylose content on insulin and glucose responses to ingested rice. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.39, p.388-392, 1984.
- GOMES, T.R., CARVALHO, L.E., FREITAS, E.R. et al. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**. 61 (233): 129-139. 2012.

HANNAS, M.I. **Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente. In: Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos.** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. 247p.

KING, R.H.; TAVERNER, M.R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production**, Edimburgh, v.21, p.275-284, Dec. 1975.

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

LOKAEWMANEE, K.; KANTO, U.; JUTTUPORNONG, S.; et al. Digestibility and metabolizable energy values of processed cassava chips for growing and finishing pigs. **Tropical Animal Health Production**. 43:377–381. 2011.

MAPA- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/arroz>>. Acessado em: Setembro de 2011.

OLIVEIRA, M. C.; CANCHERINI, L. C.; GRAVENA, R. A.; et al. Utilização de nutrientes de dietas contendo mananoligossacarídeo e/ou complexo enzimático para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.36, v.4, p. 825-831, 2007.

PAUCAR-MENACHO, L.M.; SILVA, L.H.; SANT'ANA, A.S.; et al. Refino de óleo de farelo de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições brandas para preservação do  $\gamma$  -orizanol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(supl.): 45-53, ago. 2007.

ROBLES, A.; EWAN, R. C. Utilization of energy of rice and rice bran by young pigs. **Journal of Animal Science**. 55:572-577. 1982.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais.** 3. ed., Viçosa: UFV, 2011, 252p.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em Nutrição de Monogástricos**, Jaboticabal: FUNEP, 2007, 283p.

SHAHEEN, A.B.; EL-DASH, A.A.; EL-SHIRBEENY, E. Effect of parboiling of rice on the rate of lipid hydrolysis and deterioration of rice bran. **Cereal Chemistry**, 52(1), 1–8. 1975.

SILVA, F. A. M.; QUEIRÓZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 2002, 235p.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. Farelo de arroz composição e propriedades. **Óleos & grãos**. Julho/agosto, 2001.

SILVA, M.A.; SANCHES, C.; AMANTE, E.R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. **Journal of Food Engineering**. 75 . 487–491. 2006.

TANG, S.; HETTIARACHCHY, N.S.; SHELLHAMMER, T.H. Protein extraction from heat-stabilized defatted rice bran. 1. Physical processing and enzyme treatments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, p. 7444-7448, 2002.

TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T.; et al. Farelo de glúten de milho (FGM) para suínos em crescimento e terminação (desenvolvimento). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.108-116, 1995.

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**, Champaign, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

### **CAPITULO 3 – DESEMPENHO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES NÍVEIS DO FARELO DE ARROZ PARBOILIZADO EM DIETAS PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

**RESUMO** – Foram utilizados 60 leitões machos castrados, de linhagem comercial, desmamados com média de 21 dias de idade e com peso vivo médio de  $6,40 \pm 0,79$ , com o objetivo de avaliar diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado (FAP) em rações para leitões na fase de creche, sobre o desempenho zootécnico, ocorrência de diarreia e viabilidade econômica. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado com cinco tratamentos (0; 4; 8; 12 e 16% de FAP) e seis repetições por tratamento, sendo a unidade experimental constituída por dois animais. Não houve diferença significativa entre o tratamento controle e os tratamentos que receberam a inclusão do farelo de arroz parboilizado quando comparados pelo teste de Dunnett (5%), assim como para a análise de regressão, onde não foram observados efeitos significativos entre os níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado nas rações em nenhuma das variáveis de desempenho zootécnico (consumo de ração médio diário, ganho de peso médio diário e conversão alimentar). Os resultados das observações para a ocorrência de diarreia indicaram que a inclusão do farelo de arroz parboilizado não proporcionou aumento de diarreia nos leitões. Para a análise econômica realizada, a inclusão do farelo de arroz parboilizado mostrou-se viável até o nível de 16%. Pode-se concluir que até 16% de inclusão do farelo de arroz parboilizado em rações para leitões na fase de creche é viável tecnicamente.

**Palavras-chave:** alimentos alternativos, análise econômica, subproduto do arroz, suínos.

### **CHAPTER 3 – PERFORMANCE AND ECONOMICAL EVALUATION OF DIFFERENT LEVELS OF PARBOILED RICE BRAN IN DIETS FOR PIGLETS AT NURSERY PHASE**

**ABSTRACT** – A total of 60 castrated male piglets of commercial lineage, weaned at 21 days of age and average live weight of  $6,40 \pm 0,79$  kg, were used with the objective to evaluate the effect of inclusion of different levels of parboiled rice bran in piglets diets at nursery phase, on the productive performance, diarrhea incidence and economic viability. The experimental design used was a randomized blocks, with 5 treatments (inclusion levels of rice bran parboiled: 0; 4; 8; 12 and 16%) and 6 replicates per treatment, where the experimental unit consisted of two animals. There was no significant difference between treatments and control treatment with the inclusion of parboiled rice bran when compared by Dunnett's test (5%), as well as regression analysis, where no significant effects were observed among the levels of inclusion parboiled rice bran in diets in any of the variables of animal performance (daily mean feed intake, daily mean weight gain and feed conversion). The results of observations of diarrhea incidence indicated that the inclusion of parboiled rice bran provided no changes in the incidence of diarrhea in animals. The economic analysis showed no significant difference among treatments. Therefore, it can be concluded that the use parboiled of rice bran in diets of pigs at nursery phase was technical and economically viable until the level of 16% of inclusion.

**Keywords:** alternative feed, economic analysis, piglets, rice by-product.

## 1 INTRODUÇÃO

Na atual produção de suínos sob o sistema de confinamento, os gastos envolvidos com alimentação podem chegar a 70% dos custos operacionais totais dependendo da fase de criação considerada, sendo as rações iniciais aquelas que apresentam o maior custo por quilograma.

Com o desmame, os leitões entram na fase de creche com o sistema fisiológico ainda em desenvolvimento, precisando se adaptar a um novo ambiente, a um novo grupo de animais e a uma alimentação diferente. A alimentação é um ponto chave nesta fase pela mudança do alimento e da forma física. Por isso, nesta fase, a ração deve ser elaborada com ingredientes altamente digestíveis para que o leitão ganhe peso já nos primeiros dias após o desmame e que durante toda fase tenha a máxima eficiência alimentar e econômica.

Durante a fase de creche o consumo do leitão é de apenas 2,6% do total de ração consumida até a fase de abate, mas o desempenho na creche pode influenciar em até 30% o ganho de peso dos animais até o abate (Cole & Varley, 2000).

Assim, os subprodutos da agroindústria na alimentação de leitões, como os resíduos do beneficiamento do arroz, podem ser utilizados na alimentação animal, em virtude da disponibilidade dos mesmos em algumas regiões brasileiras, principalmente nos períodos de entressafra.

Diferentes subprodutos da indústria de arroz têm sido pesquisados para serem utilizados na produção animal. Os subprodutos obtidos com o beneficiamento do arroz são a casca de arroz moída, os resíduos da limpeza do arroz, a quirera do arroz, o farelo de arroz desengordurado (FAD), o farelo de arroz integral (FAI) e o farelo de arroz parboilizado (FAP).

O farelo de arroz parboilizado, pode ser uma alternativa de reduzir os gastos com alimentação, principalmente em regiões onde a produção do milho e da soja é bastante desfavorável, como no nordeste do Brasil, produzindo rações eficientes que resultem em bom desempenho e com menor custo.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado (FAP), em rações para leitões na fase de creche sobre o desempenho zootécnico, ocorrência de diarreia e avaliação econômica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Instalações, animais e dietas experimentais

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC), situado no Campus do Pici, em Fortaleza – CE, localizado a 03° 43' 02" - latitude e 38° 32' 35" longitude, com altitude de 15,49 metros acima do nível do mar, situado na zona litorânea. Segundo classificação climática de Köppen-Geiger (1936), o clima de Fortaleza é do tipo AW<sup>7</sup> - Tropical chuvoso.

Foi utilizado um galpão experimental construído de alvenaria, com cobertura com telhas de barro e piso compacto de cimento. A área física de cada baía era de 1,50m de largura por 2,00m de comprimento, sendo equipada com comedouro de cimento e um bebedouro tipo chupeta, instalados em extremidades opostas.

Foram utilizadas cortinas plásticas ao redor de todo o galpão experimental, com o objetivo de promover um maior conforto térmico aos leitões nos primeiros dias após o desmame, diminuindo assim o estresse relacionado ao frio.

Para o monitoramento do ambiente, durante o período experimental, foram instalados no interior do galpão seis data loggers da marca HOB0<sup>®</sup>, três de cada lado do galpão, na altura dos animais, nos quais as temperaturas e umidades relativas do ar foram obtidos dos data loggers no fim de cada fase.

Foram utilizados 60 suínos machos castrados de linhagem comercial, desmamados aos 21±1 dias de idade e com peso inicial de 6,40 ± 0,79 kg, oriundos de uma granja comercial, distribuídos em cinco tratamentos (níveis de 0, 4, 8, 12, 16% de FAP). Utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso, considerando o peso inicial dos animais para a formação dos blocos, com seis repetições por tratamento e a unidade experimental constituída por dois animais.

As análises químico-bromatológicas dos ingredientes que compuseram as rações experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará – DZ/CCA/UFC, onde se obteve 93,74% de MS e 16,32% de PB para o farelo de arroz parboilizado; 89,03% de MS e 11,22% de PB para o milho; 88,92% de MS e 40,14% de PB para o farelo de soja. Os valores da energia metabolizável, extrato etéreo, fibras em detergente neutro e detergente ácido do farelo de arroz parboilizado foram obtidos através do ensaio de metabolismo (capítulo II), e os valores

de cálcio, fósforo, lisina, metionina e amido de acordo com Rostagno et al. (2011) e corrigidos em função dos teores de matéria seca encontrada para a farelo de arroz parboilizado, milho e farelo de soja.

As rações experimentais foram formuladas para as fases I (21 a 32 dias), II (33 a 42 dias) e III (43 a 63 dias) (Tabelas 4, 5 e 6 respectivamente), considerando-se os valores da composição química dos alimentos e das exigências nutricionais dos leitões para o período de creche, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011), sendo o farelo de arroz parboilizado adicionado conforme os tratamentos.

Tabela 4. Composição percentual, nutricional e custo das rações experimentais utilizando farelo de arroz parboilizado para leitões na fase inicial I (21 a 32 dias de idade).

<b>Ingredientes</b>	<b>Níveis de farelo de arroz parboilizado</b>				
	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>8%</b>	<b>12%</b>	<b>16%</b>
Milho grão	39,17	36,33	34,17	32,01	29,59
Farelo de soja	33,35	32,39	31,23	30,08	29,00
Farelo de arroz parboilizado	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00
Soro de leite permeado pó	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Leite desnatado em pó	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Açúcar	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Óleo de soja	5,50	5,70	5,70	5,70	5,70
Fosfato mono-bicálcico	1,88	1,87	1,86	1,85	1,84
Calcário	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90
L-Lisina HCl	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72
Suplemento vitamínico-mineral <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49
DL-Metionina	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	2,50	2,05	1,31	0,56	0,00
	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Custo do Kg da ração (R\$)	1,683	1,685	1,684	1,683	1,680
<b>Composição nutricional<sup>2</sup></b>					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.400	3.400	3.400	3.400	3.400
Proteína bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Fosfóro disponível (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Lisina digestível (%)	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
Metionina+cistina digestível (%)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Sódio (%)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Gordura	7,50	8,66	9,66	10,65	11,64
FDN (%)	9,36	10,15	10,99	11,84	12,66
FDA (%)	4,04	4,50	4,97	5,44	5,91

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 1.500.000 UI de vitamina A, 450.000 UI de vitamina D3, 22,50 mg de biotina, 68 mg de colina, 7.500 mg de niacina, 4.500 mg de pantotenato de cálcio, 5.000 mg de vitamina B12, 1.300 mg de vitamina B2, 7.500 mg de vitamina E, 1.500 mg de vitamina K3, 12,5g de ferro, 5.250 mg de cobre, 8.750 mg de manganês, 26,25 g de zinco, 350 mg de iodo, 75 mg de selênio.

<sup>2</sup>De acordo com a recomendação de Rostagno et al. (2011).

Tabela 5. Composição percentual, nutricional e custo das rações experimentais utilizando farelo de arroz parboilizado para leitões na fase inicial II (33 a 42 dias de idade).

Ingredientes	Níveis de farelo de arroz parboilizado				
	0%	4%	8%	12%	16%
Milho grão	41,49	38,20	36,04	33,88	31,81
Farelo de soja	36,10	35,27	34,12	32,96	31,70
Farelo de arroz parboilizado	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00
Soro de leite permeado pó	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Leite desnatado em pó	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Açúcar	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	5,10	5,44	5,44	5,44	5,44
Fosfato mono-bicálcico	1,59	1,58	1,57	1,55	1,54
Calcário	0,94	0,95	0,96	0,96	0,97
L-Lisina HCl	0,31	0,34	0,38	0,43	0,47
Suplemento vitamínico-mineral <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,40	0,40	0,41	0,41	0,41
DL-Metionina	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	2,50	2,23	1,49	0,74	0,00
	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Custo do Kg da ração (R\$)	1,590	1,593	1,592	1,591	1,590
<b>Composição nutricional<sup>2</sup></b>					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.375	3.375	3.375	3.375	3.375
Proteína bruta (%)	21,00	21,00	21,00	21,00	20,97
Fosfóro disponível (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Cálcio (%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Lisina digestível (%)	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33
Metionina+cistina digestível (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Sódio (%)	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
Gordura	7,23	8,51	9,51	10,50	11,50
FDN (%)	10,02	10,77	11,62	12,46	13,30
FDA(%)	4,34	4,80	5,27	5,74	6,20

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 1.500.000 UI de vitamina A, 450.000 UI de vitamina D3, 22,50 mg de biotina, 68 mg de colina, 7.500 mg de niacina, 4.500 mg de pantotenato de cálcio, 5.000 mg de vitamina B12, 1.300 mg de vitamina B2, 7.500 mg de vitamina E, 1.500 mg de vitamina K3, 12,5g de ferro, 5.250 mg de cobre, 8.750 mg de manganês, 26,25 g de zinco, 350 mg de iodo, 75 mg de selênio.

<sup>2</sup>De acordo com a recomendação de Rostagno et al. (2011).

Tabela 6. Composição percentual, nutricional e custo das rações experimentais utilizando farelo de arroz parboilizado para leitões na fase inicial III (43 a 63 dias de idade).

Ingredientes	Níveis de farelo de arroz parboilizado				
	0%	4%	8%	12%	16%
Milho grão	58,83	56,66	54,50	52,34	50,13
Farelo de soja	26,09	24,94	23,78	22,63	21,49
Farelo de arroz parboilizado	0,00	4,00	8,00	12,00	16,00
Soro de leite permeado pó	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Leite desnatado em pó	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Açúcar	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Óleo de soja	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70
Fosfato mono-bicálcico	1,30	1,29	1,27	1,26	1,25
Calcário	0,97	0,97	0,98	0,99	1,00
L-Lisina HCl	0,28	0,32	0,37	0,41	0,45
Suplemento vitamínico-mineral <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,39	0,39	0,40	0,40	0,40
DL-Metionina	0,09	0,11	0,13	0,15	0,17
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Inerte	2,95	2,20	1,46	0,71	0,00
	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Custo do Kg da ração (R\$)	1,194	1,193	1,192	1,190	1,189
<b>Composição nutricional<sup>2</sup></b>					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta (%)	18,13	18,13	18,13	18,13	18,13
Fosfóro disponível (%)	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
Cálcio (%)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,73
Lisina digestível (%)	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Metionina+cistina digestível (%)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Sódio (%)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Gordura	4,32	5,31	6,31	7,30	8,29
FDN	10,75	11,59	12,43	13,28	14,12
FDA (%)	4,13	4,60	5,07	5,54	6,01

<sup>1</sup>Suplemento vitamínico-mineral – quantidade por kg do produto: 1.500.000 UI de vitamina A, 450.000 UI de vitamina D3, 22,50 mg de biotina, 68 mg de colina, 7.500 mg de niacina, 4.500 mg de pantotenato de cálcio, 5.000 mg de vitamina B12, 1.300 mg de vitamina B2, 7.500 mg de vitamina E, 1.500 mg de vitamina K3, 12,5g de ferro, 5.250 mg de cobre, 8.750 mg de manganês, 26,25 g de zinco, 350 mg de iodo, 75 mg de selênio.

<sup>2</sup>De acordo com a recomendação de Rostagno et al. (2011).

## 2.2 Desempenho

Os animais receberam ração e água à vontade durante todo o ensaio, sendo a ração administrada à vontade na forma farelada e disponibilizada quatro vezes ao dia (08h00, 11h00, 14h00 e 17h00) sendo as sobras recolhidas e pesadas diariamente e o peso dos animais registrados no fim de cada fase.

As pesagens dos leitões e das respectivas rações foram realizadas no início e final de cada fase experimental em balança digital com capacidade para 300 kg, localizada no corredor do galpão experimental. Como não houve redistribuição dos animais ao final de cada fase, os períodos analisados foram de 21 a 32 dias, 21 a 42 dias e 21 a 63 dias.

As variáveis de desempenho zootécnico avaliadas foram o ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e a conversão alimentar (CA). O cálculo do GPMD foi obtido através da diferença entre o peso final e inicial do leitão em cada fase, e dividido pelo número de dias do período experimental. Já para o cálculo do CRMD este foi obtido através da diferença do peso da ração total fornecida e do peso das sobras e desperdícios durante cada período experimental, dividido pelo número de dias do período experimental. A CA foi calculada em função da relação entre o consumo de ração total e o ganho de peso total durante cada período experimental.

## 2.3 Ocorrência de diarreia

A avaliação da ocorrência de diarreia foi realizada durante as fases I e II do período experimental (21 a 32 dias e de 33 a 42 dias, não sendo contabilizadas as fezes do primeiro e segundo dia do período experimental), sendo observado se havia ocorrência de diarreia nos leitões em cada baia. A avaliação foi realizada por um único observador, sempre no mesmo horário, às 08h00. Mediante análise visual, as fezes foram classificadas por meio dos seguintes critérios: escore 1 – fezes com consistência normal; escore 2 – fezes pastosas, e escore 3 – fezes moles ou aquosas, sendo o escore 3 considerado como presença de diarreia. As observações foram tabuladas e calculadas as porcentagens de ocorrência de diarreia para cada tratamento (Huaynate et al., 2006; Santos, 2007).

## 2.4 Viabilidade econômica

Para verificar a viabilidade econômica dos diferentes níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado em rações de leitões nas fases de creche, determinou-se inicialmente o custo médio da ração (CR) por quilograma de peso vivo ganho ( $Y_i$ ), segundo a equação proposta por Bellaver et al. (1985).

$$Y_i = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Em que:

$Y_i$  = custo médio em ração por quilograma ganho;

$Q_i$  = quantidade média de ração consumida;

$P_i$  = preço médio por quilograma da ração utilizada;

$G_i$  = ganho de peso médio.

Em seguida, foram calculados o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo Médio (IC), proposto por Fialho et al. (1992).

$$IEE = (Mce/Ctei) \times 100$$

$$IC = (Ctei/Mce) \times 100$$

Sendo,

IEE = Índice de eficiência econômica

IC = Índice de custo médio;

Mce = menor custo médio em ração por quilograma de peso vivo, observado entre os tratamentos; e

Ctei = custo médio em ração por quilograma de ganho de peso no tratamento  $i$  considerado.

Os custos dos ingredientes utilizados na composição das rações experimentais foram obtidos na região metropolitana de Fortaleza e estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Custo dos ingredientes utilizados para compor as rações experimentais dos leitões no período de creche

<b>Ingredientes</b>	<b>Custo (R\$)/kg<sup>1</sup></b>
Milho grão	0,70
Soja farelo 45%	0,98
Farelo de arroz parboilizado	0,53
Leite desnatado em pó	12,45
Soro de leite permeado em pó	2,99
Açúcar	1,57
Óleo de soja	2,74
Fosfato mono-bicálcico	3,00
Calcário Calcítico	0,18
Sal comum	0,36
L-lisina HCl	5,87
DL-metionina	9,92
Premix mineral e vitamínico	6,66
BHT	300,00

<sup>1</sup>Preço pago na aquisição dos insumos em novembro de 2011, na região metropolitana de Fortaleza-CE.

## 2.5 Análises estatísticas

A análise estatística dos dados foi realizada através do procedimento de PROC GLM do software SAS 9.2.

Para a avaliação da ocorrência de diarreia foi utilizada a estatística não paramétrica, sendo as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis (5%).

Os dados de desempenho zootécnico e viabilidade econômica foram submetidos a análise de regressão, excluindo-se a ração sem inclusão do FAP para descrever o efeito sobre as variáveis. E para comparação dos resultados obtidos com cada um dos níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado em relação à ração sem inclusão de FAP, foi utilizado o teste de Dunnett (5%). O modelo matemático utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + T_i B_j + E_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = variável a ser analisada;

$\mu$  = representa a média geral;

$T_i$  = representa o efeito do nível de inclusão do farelo de arroz parboilizado  $i$  ( $i = 1, \dots, 5$ );

$B_j$  = representa o efeito do bloco ( $i = 1$  e  $2$ );

$T_i B_j$  = representa o efeito da interação entre o nível de inclusão do farelo de arroz parboilizado e o bloco;

$E_{ijk}$  = representa o efeito aleatório da observação  $k$ , do tratamento  $i$  e bloco  $j$ .

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1 Desempenhos nas fases de creche**

As médias de temperatura e umidade relativa do ar registradas no interior do galpão foram de 28,48°C e 68,38%, respectivamente, sendo a faixa de conforto térmico ideal para os leitões desmamados entre 22 a 24°C, assim, os valores encontrados encontravam-se fora da zona de conforto dos animais, mas abaixo da temperatura crítica superior que é de 35°C. No entanto, para a umidade relativa do ar o valor encontrado estava dentro da faixa de conforto que é de 50-70% (Hannas, 1999).

Devem-se considerar as variáveis de temperatura e umidade reativa do ar para relacionar se os animais em estudo estão dentro da zona de conforto térmico ou de termoneutralidade, pois dentro desta zona o animal é capaz de expressar sua capacidade produtiva sem afetar sua capacidade fisiológica.

De acordo com os dados de consumo de ração médio diário, ganho de peso médio diário e conversão alimentar, observou-se que não houve efeito dos níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado ( $P > 0,05$ ) sobre o desempenho dos animais para os períodos de 21 a 32 dias e 21 a 42 dias de idade (Tabelas 8).

De acordo com a análise de regressão, para ambas as fases, não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos que tiveram a inclusão do farelo de arroz parboilizado, bem como não foram observados efeitos significativos ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de inclusão do subproduto nas rações em nenhuma das variáveis de desempenho zootécnico, assim como, quando comparados pelo teste de Dunnett (Tabelas 8).

Tabela 8. Desempenho zootécnico dos leitões na fase de creche (21 aos 32 dias de idade, 21 aos 42 dias de idade e 21 aos 63 dias de idade) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado.

Bloco	Níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado (%)					Médias
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0	
21 aos 32 dias de idade						
CRMD (kg)	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15	CV <sup>1</sup> =15,35%
GPMD (kg)	0,09	0,08	0,08	0,09	0,08	CV <sup>1</sup> =17,15%
CA (kg/kg)	1,72	1,78	1,75	1,75	1,75	CV <sup>1</sup> =16,17%
21 aos 42 dias de idade						
CRMD (kg)	0,26	0,21	0,24	0,20	0,23	CV <sup>1</sup> =32,01%
GPMD (kg)	0,15	0,16	0,14	0,17	0,14	CV <sup>1</sup> =28,13%
CA (kg/kg)	1,68	1,64	1,44	1,22	1,30	CV <sup>1</sup> =18,09%
21 aos 63 dias de idade						
CRMD (kg)	0,52	0,54	0,49	0,52	0,52	CV <sup>1</sup> =14,23%
GPMD (kg)	0,26	0,30	0,30	0,30	0,28	CV <sup>1</sup> =21,88%
CA (kg/kg)	1,89	1,82	1,83	1,72*	1,72*	CV <sup>1</sup> =7,90%

Médias comparadas pelo teste de Dunnett (5%);\*Comparação significativa pelo teste de Dunnett (5%); <sup>1</sup>Coeficientes de variação.

Mesmo não tendo diferença ( $P>0,05$ ) para o CRMD, observou-se que durante a fase se 21 a 32 dias de vida do leitão houve um baixo consumo de ração em todos os tratamentos, devido à mudança brusca da alimentação dos animais nesta fase, resultando em um período crítico de 10 a 14 dias de baixo consumo de alimento, acompanhado de uma depressão no status sanitário e no desempenho produtivo de leitões (Le Dividich & Herpin, 1994) e da condição enzimática do sistema digestivo, resultando na capacidade limitada para digerir amido, sacarose e gordura. Essa variação quantitativa está condicionada à idade e exposição do animal aos substratos específicos (Lovatto, 2008). Embora o fornecimento de ingredientes contendo elevado teor de gordura, como o farelo de arroz parboilizado possa limitar o consumo da ração (Oresanya et al., 2008), leitões apresentam capacidade limitada para regular o consumo de energia com base na densidade de energia (NRC, 1987), o que pode resultar em maior quantidade de nutrientes não digeridos pelo animal.

De acordo com os dados de consumo de ração médio diário e ganho de peso médio diário, observou-se que não houve efeito dos níveis de inclusão de farelo de arroz

parboilizado ( $P>0,05$ ) sobre o desempenho dos animais para os períodos de 21 a 63 dias de idade (Tabela 8).

De acordo com a análise de regressão, para o período de 21 a 63 dias de idade, não foram observados efeitos ( $P>0,05$ ) entre os níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado nas rações em nenhuma das variáveis de desempenho zootécnico. Para o mesmo período, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre o tratamento sem inclusão de FAP e os tratamentos que tiveram a inclusão do subproduto quando comparados pelo teste de Dunnett para o CRMD e GPMD. No entanto, observou-se que a inclusão de 12% e 16% do farelo de arroz parboilizado resultou em uma melhor conversão alimentar dos animais comparados aqueles alimentados com ração sem a inclusão do subproduto.

Neste experimento, como não houve diferença para as variáveis de desempenho entre o tratamento que não continha o farelo de arroz parboilizado comparado com os tratamentos que continham o subproduto, a inclusão do FAP mostra-se viável até o nível de 16% em rações para leitões na fase de creche.

Valores próximos em relação a utilização de subprodutos do arroz foram encontrados por Gomes et al. (2012), que ao avaliarem o farelo de arroz integral (FAI) para leitões na fase de creche, observaram que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) no desempenho zootécnico e na ocorrência de diarreia, sendo recomendado o nível máximo de utilização do subproduto de 20%.

Outros subprodutos oriundos do beneficiamento do arroz podem ser incluídos em maiores níveis de inclusão em rações para leitões em creche, devido a sua composição nutricional. Neste sentido Nepomuceno et al. (2011) avaliaram a quirera de arroz e concluíram que tal produto seria viável até o nível de 56% de inclusão durante a fase de creche (21 a 63 dias). Observa-se que a utilização da quirera de arroz em maiores níveis é devido ao teor de proteína e energia metabolizável que se assemelha ao do milho (Rostagno et al., 2011). Assim, tanto o FAI quanto o FAP podem ser incluídos em rações para leitões porém em menor quantidade, devido a composição nutricional e energética destes.

Em função da escassez de informações a respeito do uso do farelo de arroz parboilizado (FAP) na alimentação de não ruminantes, e pelas características nutricionais deste, observa-se que a inclusão do FAP em dietas para leitões em substituição parcial ao milho e farelo de soja pode ficar limitada principalmente em função dos baixos níveis energéticos do ingrediente.

### 3.2 Ocorrência de diarreia

As observações dos escores fecais e porcentagens de ocorrência de diarreia (escore 3), estão apresentadas na Tabela 9.

De acordo com as observações dos escores fecais, não houve diferença ( $P>0,05$ ) na ocorrência de diarreia no período analisado.

Tabela 9. Escores fecais e ocorrência de diarreia em leitões alimentados com dietas contendo diferentes níveis de farelo de arroz parboilizado

Escore fecal*	Nível de inclusão de farelo de arroz parboilizado					Total	% Escore
	0	4	8	12	16		
1	13	17	12	5	5	52	9,63
2	52	48	47	55	52	254	47,04
3	43	43	49	48	51	234	43,33
Total	108	108	108	108	108	540	100
% de escore 3**	39,81	39,81	45,37	44,44	47,22		

\*Escore fecal 1: fezes normais; Escore fecal 2: fezes pastosas; Escore fecal 3: fezes aquosas

\*\* Porcentagem de fezes diarreicas

Gomes et al. (2012) ao utilizarem farelo de arroz integral (FAI) em rações para leitões na fase de creche também observaram que não houve diferença para a ocorrência de diarreia na ração que continha FAI em relação à observada nos animais alimentados sem adição desse alimento. Ao avaliar a inclusão de diferentes níveis de quirera de arroz em leitões desmamados, Nepomuceno et al. (2011) também não observaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) na incidência de diarreia nos animais.

Lacerda et al. (2010) estudaram a qualidade dos farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado e concluíram que devido ao maior teor de umidade, o farelo de arroz parboilizado apresenta maior contaminação por fungos, o que pode desencadear uma maior ocorrência de diarreia nos leitões, principalmente na fase de creche.

Diante da imaturidade fisiológica de leitões desmamados aos 21 dias quanto à digestão de determinados frações do alimento, a utilização de ingredientes alternativos para animais na fase de creche muitas vezes fica limitada, visto que pode resultar em maior incidência de diarreia pós-desmame. Nesse sentido, a maior presença de fibra em dietas contendo o farelo de arroz parboilizado poderia resultar em maior ocorrência de diarreia nos leitões, o que não foi observado no presente trabalho.

Segundo Keerthi et al. (1985) o farelo de arroz parboilizado possui teor de fibra bruta próximo 11%, enquanto o milho possui entre 2 e 3% (Nery et al., 2007), e dessa forma o aumento no teor de fibra insolúvel poderia causar o aumento da taxa de passagem do alimento pelo trato digestório, bem como a maior descamação do epitélio, resultando em maior incidência de diarreia nos animais. Assim, em decorrência do uso de até 16% de FAP, a maior participação da fibra poderia causar uma maior ocorrência de diarreia nos leitões. No entanto, a ocorrência de diarreia nos animais que receberam os diferentes níveis de FAP não diferiu em relação aos animais que receberam a ração sem este subproduto.

### **3.3 Avaliação econômica na fase de creche**

Os resultados da análise de avaliação econômica (custo médio com ração por quilograma de peso vivo, índice de eficiência econômica e índice de custo médio com ração) para a fase de creche compreendida entre 21 aos 32, 21 aos 42 e 21 aos 63 dias de idade dos leitões estão apresentados na Tabela 10.

Para todos os períodos analisados, de acordo com a análise dos dados, verificou-se que a inclusão de farelo de arroz parboilizado não resultou em diferença em relação aos animais alimentados sem inclusão do subproduto para as variáveis de custo médio da ração por quilograma de peso vivo (CR), índice de custo da ração (IC) e índice de eficiência econômica (IEE).

De acordo com a análise de regressão, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de inclusão do farelo de arroz parboilizado para as variáveis de viabilidade econômica estudadas em todos os períodos, indicando a viabilidade econômica da inclusão de até 16% do FAP em rações para leitões na fase de creche (21 a 63 dias de idade).

Fireman et al. (2000), testaram dietas com 50% de FAI com ou sem enzima para suínos em crescimento e terminação, observando menores custos para a dieta com FAI do que a dieta a base de milho e farelo de soja, obtendo ainda menor custo no quilograma do suíno produzido.

Tabela 10. Avaliação econômica dos custos de leitões na fase de creche (21 aos 32 dias de idade, 21 aos 42 dias de idade e 21 aos 63 dias de idade) utilizando diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado.

Bloco	Níveis de inclusão de farelo de arroz parboilizado (%)					Médias
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0	
21 aos 32 dias de idade						
Cte (R\$/Kg)	2,90	3,00	2,91	2,95	2,93	CV <sup>1</sup> = 15,58%
IEE(%)	75,03	73,20	74,67	72,83	73,70	CV <sup>1</sup> = 15,08%
IC (%)	136,19	141,01	136,40	138,36	137,74	CV <sup>1</sup> = 15,58%
21 aos 42 dias de idade						
Cte (R\$/Kg)	2,48	2,26	2,25	2,37	2,24	CV <sup>1</sup> = 12,90%
IEE(%)	70,99	77,34	77,83	74,52	74,80	CV <sup>1</sup> = 15,30%
IC (%)	143,21	130,76	129,98	136,66	129,50	CV <sup>1</sup> = 12,90%
21 aos 63 dias de idade						
Cte (R\$/Kg)	2,21	2,19	2,16	2,23	2,23	CV <sup>1</sup> = 4,40%
IEE(%)	107,42	106,40	104,87	108,24	108,06	CV <sup>1</sup> = 4,40%
IC (%)	93,20	94,06	95,44	92,59	92,81	CV <sup>1</sup> = 4,23%

Médias comparadas pelo teste de Dunnett (5%); <sup>1</sup>Coeficientes de variação.

A utilização de subprodutos de arroz em substituição ao milho pode melhorar os resultados econômicos da produção de suínos quando o custo dos subprodutos for menor que o custo do milho e a disponibilidade destes ingredientes permitam substituir total ou parcialmente o milho nas rações para suínos sem afetar os parâmetros zootécnicos e a qualidade do produto entregue ao mercado (Nery et al., 2010). Em função da eficiência e do baixo consumo na fase de creche considera-se que variações na quantidade de ração para produzir 1kg de peso vivo é o principal fator que influencia no custo de produção nesta fase (Carroll et al., 1971), assim, como não houve diferença no consumo diário de ração, a inclusão de FAP em rações para leitões na fase de creche apresenta-se viável até o nível de 16%.

## CONCLUSÃO

A utilização do farelo de arroz parboilizado é viável até o nível de 16% em rações para leitões nas fases de creche.

## REFERÊNCIAS

- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S., et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-74, 1985.
- CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 72, p. 449- 466, 1992.
- CARROLL, W.E.; KRIDER, J.L.; ANDREWS, F.N. **Swine Production**. Cap. 4. Page 251-522. Fourth Edition. 1971.
- COLE, M; VARLEY, M. Recent advances in the feeding and nutrition of the piglet. **In: Seminário Internacional de Suinocultura, 2000**. Expo Center Norte, SP. Setembro/2000.
- CONCI, V.A.; MAGALHÃES, R.M.; BENDER, P.E.; et al. Avaliação de subprodutos do arroz na alimentação de suínos. A quirera de arroz nas fases de recria e terminação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. v.1, p.79-88, 1996.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, O.; FERREIRA, A.S. et al. Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p. 1467-1475. 1992.
- FIREMAN, F.A.T.; LÓPEZ, J.; BARBOSA, A.K., et al. Desempenho e custo de suínos alimentados com dietas contendo 50% de farelo de arroz integral suplementados com fitase e/ou celulase. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. 8(1): 18-23. 2000.
- GOMES, T.R., CARVALHO, L.E., FREITAS, E.R., et al. Efeito da inclusão de farelo de arroz integral em rações para leitões de 21 a 42 dias de idade. **Archivos de Zootecnia**. 61 (233): 129-139. 2012.
- HANNAS, M.I. **Aspectos fisiológicos e a produção de suínos em clima quente**. **In: Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. 247p.
- HUAYNATE, R.A. R.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N., et al. Uso de probiótico em dietas de suínos incidência de diarreia, desempenho zootécnico e digestibilidade de rações. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v. 43, n. 5, p. 664-673, 2006.
- KEERTHI, B.P.; CYRIL, D.P.S. Composition of Raw and Parboiled Rice Bran from Common Sri Lankan Varieties and from different Types of Rice Mills. **Journal of Agriculture Food and Chemistry**, vol. 33, n. 4, p.732-734, 1985.
- KÖPPEN, W. Das geographische system der klimare. **In: KÖPPEN, W.; GEIGER, R. (Ed.). Handbuch der Klimatologie**. Berlin: 1936. v. 1.
- LACERDA, D.B.C.L.; SOARES JÚNIOR, M.S.; BASSINELLO, P.Z.; et al. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 521-530, out./dez. 2010.

LE DIVIDICH, J.; P. HERPIN. Effect of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. **Livestock Production Science**. 38:79-90. 1994.

LOVATTO, P. A. 2008. **Suinocultura geral: Nutrição e alimentação** [online]. Disponível em: [www.ufsm.br/suinos/CAP5\\_alim.pdf](http://www.ufsm.br/suinos/CAP5_alim.pdf). Acesso em: 10/01/2012.

NEPOMUCENO, R.C.; CARVALHO, L.E.; FREITAS, E.R., et al. Inclusão da quirera de arroz em rações de suínos na fase de creche. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.718-728 jul/set, 2011.

NERY, L.R.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S., et al. Valores de energia metabolizável de alimentos determinados com frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1354-1358, 2007.

NERY, V.L.H. **Níveis de lisina para suínos alimentados com rações contendo subprodutos de arroz**. Tese (Doutorado em Ciência Animal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 79p. 2008.

NERY, V.L.H., SOARES, R.T.R.N; CHIQUIERI, J. Desempenho e características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações contendo subprodutos de arroz. **Zootecnia Tropical**, 28: 43-49. 2010.

NRC. **Predicting Feed Intake of Food-Producing Animals**. Natl. Acad. Press, Washington, DC. 1987.

ORESANYA, T.F.; BEAULIEU, A.D.; PATIENCE, J.F. Investigations of energy metabolism in weanling barrows: The interaction of dietary energy concentration and daily feed (energy) intake. **Journal of Animal Science**. 86:348-363. 2008.

QUADROS, A. R. B., SILVA, J. H. S., KIEFER, C., et al. Diferentes níveis de quirera de arroz usada em substituição ao milho na dieta de suínos machos castrados – fase de crescimento/ terminação. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais... Viçosa : SBZ**, p.271. 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed., Viçosa, MG: UFV, 2011. 252p.

SANTOS, V.M. **Níveis de prebiótico em substituição ao antibiótico em dietas para leitões recém-desmamados**. 2007. 56f. (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

SILVA, F.A.; DUTRA JR. W.M.; RABELO, C.B.V; et al. Desempenho de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de quirera de arroz em substituição parcial ao milho na região de Iguatu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. **Anais... João Pessoa: SBZ**, 2006, cd rom.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **System for Microsoft Windows**. Release 9.2.

**SUPER CRAC. Sistema de Formulação de Rações a Custo Mínimo” – Super Crac 5.7,** versão Master. TD Software Super Crac.

WASCHECK, R.C.; REZENDE, P.L.P.; MOREIRA, P.C.; et al. Degradabilidade e produção de gases *in vitro* de fontes energéticas alternativas na alimentação de ruminantes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences.** Maringá, v. 32, n. 4, p. 425-430, 2010.