

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**SUÍNOS NA FASE DE CRECHE ALIMENTADOS COM RAÇÕES EXTRUSADAS COM OU SEM FLAVORIZANTES: Desempenho e Digestibilidade**

Laudicéia Oliveira da Rocha  
Orientador: Dr. Romão da Cunha Nunes

GOIÂNIA

2009



**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TÉ-DE) na Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTE/UFG, sem resarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**  **Dissertação**  **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor(a):	Laudicéia Oliveira da Rocha		
CPF:	E-mail:	Laudiceia.zoo@gmail.com	
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?		<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Vínculo Empregatício do autor			
Agência de fomento:			Sigla:
País:	UF:	CNPJ:	
Título: SUÍNOS NA FASE DE CRECHE ALIMENTADOS COM RAÇÕES EXTRUSADAS COM OU SEM FLAVORIZANTES: Desempenho e Digestibilidade			
Palavras-chave: aromatizantes, custos, extrusão, leitões, palatabilizantes			
Título em outra língua: PIGLETS FEED FED WITH EXTRUDED DIET WITH OR WITHOUT FLAVORING ADDITIVES : Performance and Digestibility			
Palavras-chave em outra língua: costs, extrusion, flavoring, flavourer, piglets			
Área de concentração:	Produção Animal		
Data defesa: (dd/mm/aa)	28/07/2009		
Programa de Pós-Graduação:	Ciência Animal		
Orientador(a):	Dr. Romão da Cunha Nunes		
CPF:	E-mail:	romao@vet.ufg.br	
Co-orientador(a):	Dr. José Henrique Stringhini		
CPF:	E-mail:	henrique@vet.ufg.br	

**3. Informações de acesso ao documento:**

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>  total  parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique:

Outras restrições: \_\_\_\_\_ Gostaria que não fosse divulgado os anexos.

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Data: 26/09/2009

*Laudicéia Oliveira da Rocha*  
Assinatura do(a) autor(a)

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

**LAUDICEIA OLIVEIRA DA ROCHA**

**SUÍNOS NA FASE DE CRECHE ALIMENTADOS COM RAÇÕES  
EXTRUSADAS COM OU SEM FLAVORIZANTES:  
Desempenho e Digestibilidade**

Dissertação apresentada como  
requisito para a obtenção do  
grau de Mestre em Ciência  
Animal junto à Escola de  
Veterinária da Universidade  
Federal de Goiás

**Área de Concentração:**  
Produção Animal

**Orientador:**

Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes – UFG

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. José Henrique Stringhini - UFG

Prof. Dr. Paulo César Silva - UFG

GOIÂNIA  
2009

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**(GPT/BC/UFG)**

R672s      Rocha, Laudicéia Oliveira da.  
                Suínos na fase de creche alimentados com rações  
                extrusadas com ou sem flavorizantes [manuscrito]:  
                desempenho e digestibilidade / Laudicéia Oliveira da Rocha. –  
                2009.  
                xiii. 56 f.: il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes; Co-  
Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini; Prof. Dr. Paulo  
César Silva.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,  
Escola de Veterinária, 2009.

**Bibliografia.**

Inclui lista de figuras, abreviaturas e tabelas.

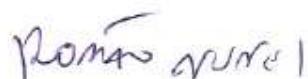
1. Suínos 2. Palatabilizantes 3. Aromatizantes 4. Custos  
I. Nunes, Romão da Cunha. II. Stringhini, José Henrique III.  
Silva, Paulo César IV. Universidade Federal de Goiás, Escola  
de Veterinária.  
V. Título.

CDU:

636.4

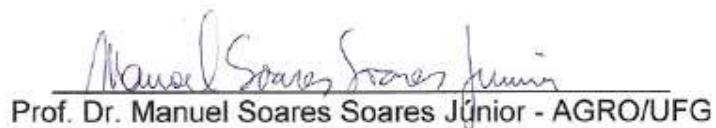
## LAUDICÉIA OLIVEIRA DA ROCHA

Dissertação defendida e aprovada em **28/07/2009**, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



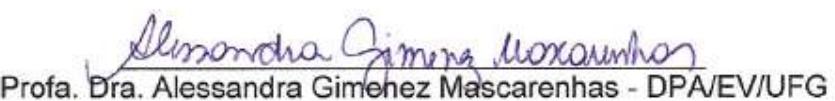
---

Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes  
(ORIENTADOR (A))



---

Prof. Dr. Manuel Soares Soares Júnior - AGRO/UFG



---

Profa. Dra. Alessandra Giménez Mascarenhas - DPA/EV/UFG

SENHOR, tu me conheces.  
 Tu sabes do meu levantar,  
 Do meu andar e do meu deitar.  
 Tu entendes o meu pensamento.  
 Sei que meus caminhos são guiados por ti, pois  
 tu me cercas e me proteges com tuas mãos.

És maravilhoso e não posso fugir de ti  
 Se subir ao céu, sei que lá tu estás;  
 Se fizer no inferno a minha cama, sei que tu também ali estarás.  
 Se tomar as asas da alva, ou se habitar nas extremidades do mar,  
 Até ali a tua mão me guiará e a tua destra me susterá,  
 Pois sei, Deus que sempre me protegerás.

Graças a Ti eu darei sempre,  
 Mesmo não havendo palavras em meus lábios que  
 Possam expressar toda a minha gratidão,  
 Te agradecerei sempre...  
 Pelo teu sustento, pela vida, pelo bem que revelou  
 Graças pelo futuro e também pelo que passou  
 Pelas lágrimas derramadas, pela dor, pela aflição  
 Pelas rosas do caminho e pelos espinhos que encontrei  
 Pela escuridão da noite, pelo novo dia que raiou  
 Pela prece respondida e pela esperança que falhou  
 Pelo amor que é sem medida, pelos amigos que me ajudaram,  
 Graças por tua paz no meu coração.

Graças a ti Senhor...Somente a ti.

**DEDICO,**

À minha mãe, Lindaura Maria de Oliveira da Rocha que mesmo de tão longe sempre acreditou, incentivou e empenhou-se para a minha formação pessoal e profissional.

Ao meu marido, Leandro Corrêa pela participação constante em minha vida, pelo incentivo contínuo em meu trabalho. Estando sempre disposto a ajudar, batalhar e agir sem limite de tempo e horário, atuando como amigo e companheiro.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me ajudar sempre, iluminando os meus passos e dando-me forças quando eu pensava que já não conseguia caminhar.

À Universidade Federal de Goiás/Escola de Veterinária, pela oportunidade de realizar este estudo.

Ao orientador e amigo, Prof. Dr. Romão da Cunha Nunes, pela paciência e zelo. Meu muito obrigado pela oportunidade, pelos conselhos e ensinamentos dedicados, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Henrique Stringhini, pela co-orientação, amizade, auxílio e ensinamentos que foram de grande importância, obrigada pelo seu desprendimento e por me acompanhar na viagem ao Mato Grosso.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Gimenez Mascarenhas, pela amizade, paciência, ajuda e força nos momentos de dificuldades. Seus ensinamentos foram importantes não só no direcionamento do experimento, mas também na delimitação desta dissertação.

Ao Grupo VB, que gentilmente cedeu as rações utilizadas nos experimentos.

Ao Marcelo Carvalho e Gabriela Roncada, pela hospitalidade dispensada durante a minha estadia em Jaciara-MT.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, a todos os professores, pelos ensinamentos e oportunidades, em especial ao Prof. Dr. Eurípedes Laurindo Lopes, pela disposição e auxílio na montagem do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Aos amigos, Roberta Dias da Silva e Elis Aparecido Bento pela ajuda na condução do experimento, medicando animais, ajustando gaiolas, procurando animais que fugiam, lhes agradeço e jamais esquecerei o que fizeram por mim.

Às minhas grandes amigas Juliana Luís e Silva e Cláudia Paula de Freitas Rodrigues agradeço pelo amor, companheirismo e troca de experiências que foram de grande valia para a concretização dos experimentos.

Agradeço à Fernanda de Paula, pela ajuda valiosíssima na realização das análises estatísticas. Agradeço também ao Paulo Ricardo de Sá e Verônica Alves pela ajuda prestada.

Aos alunos do Curso de Graduação em Veterinária, Renata Tiarini, Bárbara Mota, Danielle Cunha, Dayane Araújo, Tayrone Prado, Fernando Corrêa, Lidianne Batista e Lanna Medeiros bem como aos alunos do Curso de Graduação em Agronomia, Fausto Araújo e Diego Xavier que contribuíram para a realização de todos os experimentos.

Ao funcionário Francisco Medeiros, pela ajuda dedicada no Setor de Suinocultura e na Fábrica de Ração, me auxiliando sempre.

Ao funcionário do Laboratório de Nutrição Animal, Eder Fernandes, pelo auxílio na realização das análises químicas e bromatológicas dos experimentos.

Aos funcionários da Escola de Veterinária e do Departamento de Produção Animal agradeço pela ajuda, apoio, paciência e amizade.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente na realização de meus estudos e contribuíram para a realização deste trabalho, muito obrigada!

## LISTA DE TABELAS

### **CAPÍTULO II**

TABELA 1 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais	28
TABELA 2 - Variáveis de energia bruta (EB kcal/kg), energia digestível (ED kcal/kg), energia metabolizável (EM kcal/kg) das rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche	31
TABELA 3 - Composição química e energética calculada das rações fareladas e extrusadas com e sem aditivos flavorizantes	32
TABELA 4 - Coeficiente de digestibilidade da MS, EB, PB, EE, MM, coeficiente de metabolizabilidade da MS, EB, PB, disponibilidade de Ca, P e balanço de nitrogênio das rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes	33

### **CAPÍTULO III**

TABELA 5 - Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais	42
TABELA 6 - Médias de peso inicial, ganho de peso diário e total, consumo diário e total de ração, conversão alimentar e peso final de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos na fase de creche	45
TABELA 7 - Dados médios para quantidade e valor de ração e leitões, por ganho de peso total dos leitões (PTL), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC), obtidos para os tratamentos com rações fareladas ou extrusadas, com ou sem flavorizantes para leitões na fase de creche	50

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO III

FIGURA 1 -	Ganho de peso diário de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes	46
FIGURA 2 -	Ganho de peso total de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes	46
FIGURA 3 -	Médias de consumo total de rações de acordo com os tratamentos	47
FIGURA 4 -	Médias de conversão alimentar (verdadeira, na MS e aparente) de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas sem e com aditivos flavorizantes	48
FIGURA 5 -	Médias de sobras por animal das rações fareladas e extrusadas dos suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas sem e com aditivos flavorizantes	51
FIGURA 6 -	Somatório do desperdício de rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes	52

## LISTA DE ABREVIATURAS

CA	conversão alimentar
Ca	cálcio
CDEB	coeficiente de digestibilidade da energia bruta
CDEE	coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo
CDMM	coeficiente de digestibilidade da matéria mineral
CDMS	coeficiente de digestibilidade da matéria seca
CDPB	coeficiente de digestibilidade da proteína bruta
CL	custo R\$/kg de leitões
CMEB	coeficiente de metabolizabilidade da energia bruta
CMMS	coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca
CMPB	coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta
COP	custo operacional parcial
CR	consumo de ração
EB	energia bruta
ED	energia digestível
EM	energia metabolizável
FS	farelo de soja
GPD	ganho de peso diário
GPT	ganho de peso total
NA	número leitões/tratamento
NF	nutriente fecal
NI	nutriente ingerido
P	fósforo
PA	preço dos leitões
PL	peso dos leitões (kg)
PR	preço do kg da ração
QR	quantidade média de ração/tratamento
RB	receita bruta
RLP	receita líquida parcial
SAS	Statistical Analysis System

## RESUMO

Como a demanda nutricional de suínos na fase de creche é alta, é necessário que as rações formuladas sejam à base de ingredientes palatáveis com alta disponibilidade de nutrientes. Nesse sentido, as rações extrusadas podem atender às exigências fisiológicas dos leitões, uma vez que a extrusão rompe as barreiras físicas que envolvem os grânulos dos ingredientes, melhorando sua palatabilidade e digestibilidade. Dessa forma, objetivou-se avaliar a digestibilidade dos nutrientes das rações fareladas e extrusadas com ou sem a adição de aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche, bem como o desempenho dos animais e a viabilidade econômica dessas rações. Os experimentos foram realizados no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. No experimento de digestibilidade foram determinados os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes das rações. O período experimental total durou 26 dias, divididos em dois períodos de 13 dias, sendo: cinco dias para adaptação dos animais às gaiolas e regularização das dietas no trato gastrintestinal dos animais, três dias para regularização do consumo metabólico e cinco dias para coleta das amostras de fezes e de urina. Para tanto, foram utilizados 12 animais híbridos, machos, castrados por período. O delineamento foi de blocos casualizados no tempo, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em: T1 - ração referência farelada, à base de milho e farelo de soja, suplementada com minerais e vitaminas, de forma a atender às exigências dos animais; T2 - ração T1 submetida à extrusão; T3 - ração extrusada T2 com aditivos flavorizantes e T4 - ração T3 com umidade. No experimento de desempenho adotou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos testados foram os mesmos do ensaio de digestibilidade. Nesse ensaio foram utilizados 48 animais híbridos comerciais, sendo 24 machos castrados e 24 fêmeas, para a avaliação do desempenho dos animais mediante as variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Os resultados foram analisados por análise de variância (ANOVA) e submetidos ao Teste de t Student. Os valores de energia bruta apresentaram diferenças estatísticas nos tratamentos testados. Nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria mineral, coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta e energia bruta não ocorreu diferença estatística, assim como para o balanço de N nos tratamentos testados. Os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta e do extrato etéreo diferiram significativamente para o tratamento extrusado com aditivos flavorizantes e 5% de umidade. Os resultados relacionados à disponibilidade de Ca nas rações diferiram entre os tratamentos com rações extrusadas sem aditivos, em que este apresentou o menor valor desse mineral excretado. No desempenho, não observou-se diferenças nas variáveis peso inicial, peso final, ganho de peso diário

e total, além de consumo de ração total. Enquanto que, para a variável conversão alimentar ( $p<0,05$ ), houve diferença estatística, sendo que a melhor conversão apresentada foi do grupo de animais que receberam ração extrusada sem aditivos. Os resultados demonstraram que a forma física da ração, interferiu tanto na aceitabilidade quanto na palatabilidade do ração. O tratamento extrusado sem aditivos apresentou melhor disponibilidade dos nutrientes, provavelmente devido ao processamento térmico da ração durante a extrusão quando comparado com o tratamento T1. Os custos médios com rações/kg de peso foram de R\$ 0,49; 0,39; 0,43 e 0,59, consequentemente o índice de custos foi de 123,4%; 100%; 108,1% e 147,2% para os tratamentos farelado, extrusado sem aditivos, extrusado com aditivos e extrusado com aditivos e 5% de umidade, respectivamente. O uso de ração extrusada sem aditivos para leitões na fase de creche proporcionou melhores resultados de consumo de ração, conversão alimentar e menor custo/kg de peso produzido quando comparado com ração farelada e rações extrusadas com aditivos flavorizantes.

Palavras-chave: aromatizantes, custos, extrusão, leitões, palatabilizantes.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	01
1 Alimentação de suínos	01
1.1 Processamento das rações	02
1.2 Aditivos flavorizantes	05
2 REFERÊNCIAS	06
CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DAS RAÇÕES FARELADAS OU EXTRUSADAS COM OU SEM FLAVORIZANTES PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE	11
RESUMO	11
ABSTRAT	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	14
2.1 Local, delineamento experimental, animais e tratamentos	14
2.2 Adaptação dos animais	16
2.3 Coleta de fezes e urina	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONCLUSÃO	23
5 REFERÊNCIAS	23
CAPÍTULO III – DESEMPENHO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE RAÇÕES FARELADAS E EXTRUSADAS COM OU SEM ADITIVOS FLAVORIZANTES PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE	25
RESUMO	25
ABSTRAT	26
1 INTRODUÇÃO	27
2 MATERIAL E MÉTODOS	28
2.2 Experimento de desempenho	28
2.2.1 Delineamento experimental e número de animais	29
2.2.2 Tratamentos e composição das rações	29
2.2.3 Variáveis de desempenho, período experimental e análise estatística	30
2.2.4 Registro de temperatura e umidade	30
2.3 Viabilidade econômica	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4 CONCLUSÃO	40
5 REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	42



## CAPÍTULO 1

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

#### 1 Alimentação de suínos

A alimentação tem sido o componente de maior participação no custo total da produção de suínos. Por isso, muitas pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de maximizar a eficiência da utilização dos alimentos e de minimizar os custos de produção. Ao formular a dieta é necessário atender às exigências nutricionais de acordo com cada fase de vida do animal considerando as variações de genótipos em cada linhagem, além do entendimento das propriedades químicas, físicas e nutricionais dos ingredientes, bem como a forma física e tipo de processamento a que serão submetidos e seu efeito no processo metabólico do animal.

Os principais ingredientes das rações de suínos na fase de creche são milho e farelo de soja, todavia dietas à base destes ingredientes predispõem os leitões a problemas fisiológicos e digestivos, com implicações negativas no desempenho (TRINDADE NETO et al., 2002). Devido ao sistema digestivo pouco desenvolvido, os leitões são incapazes de digerir satisfatoriamente o amido encontrado no milho, do mesmo modo que o farelo de soja, quando mal processado, acarreta menor crescimento animal e menor eficiência alimentar e digestibilidade dos nutrientes (MOREIRA et al., 1994b; BERTOL et al., 2001).

Segundo O'CONNEL et al. (2006), o uso de dietas sólidas contendo principalmente nutrientes de origem vegetal, quando associado ao manejo inadequado dos leitões, predispõe o aumento de bactérias no trato digestivo e o surgimento de desordens intestinais. Entretanto, ao submeter os alimentos a algum tipo de processamento tem-se melhora na digestibilidade e na disponibilidade dos nutrientes (MOREIRA et al., 1994a).

Atualmente, ocorreu uma grande evolução na suinocultura no que se refere ao aspecto tecnológico e à alimentação, os quais influenciam de forma direta na maximização dos custos de produção de suínos. Assim, dietas, ingredientes e diferentes formas físicas e tipos de processamentos de rações para leitões na fase de creche são objetos de estudos, pois busca-se evitar as

alterações na morfologia da mucosa intestinal, melhoria na digestibilidade das dietas e consequentemente melhor desempenho (MAHAN & CERA, 1991).

### **1.1 Processamento das rações**

Processar o alimento significa um conjunto de operações necessárias para obter o máximo potencial nutricional, com mudanças estruturais do ingrediente de modo a aumentar a renda líquida, devido maiores ganhos de desempenho dos animais (BELLAVER & NONES, 2000).

Segundo LAWRENCE (1985), o processamento de cereais destinados à alimentação de suínos objetiva modificar características físicas por meio da Trituração e da estrutura dos amidos pelo aquecimento, a fim de torná-los mais suscetíveis à degradação enzimática, promovendo melhor digestibilidade, assim como melhor disponibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos. Tais técnicas de processamento podem ser um fator determinante da qualidade das rações.

O processamento da ração fornecida aos leitões é de fundamental importância dentro da nutrição, uma vez que pode interferir tanto na aceitabilidade quanto na palatabilidade do alimento, influenciando diretamente sobre o consumo e o desempenho dos leitões (BERTOL, 1999). Dentre os processos de fabricação que determinarão a forma física das rações, destacam-se as formas fareladas, granuladas, peletizadas e extrusadas, que podem ser secas, úmidas e líquidas (COSTA et al., 2006).

O processo de cozimento por extrusão não é novo e teve maior expansão nos últimos 50 anos na indústria de alimentos para cães e gatos, com ampla variedade de produtos destinados a estes animais. As rações fareladas e peletizadas são as mais encontradas nos sistemas de criação de suínos, enquanto que as rações extrusadas pouco são usadas. O tipo de processamento influencia diretamente o custo final da ração e pelo fato do processo de extrusão ser caro, em relação aos demais comumente utilizados na fabricação de rações para suínos, e uma vez que, os gastos com a alimentação representam já 70% a 75% dos custos dessa produção, as rações extrusadas praticamente não são utilizadas.

Contudo, os índices zootécnicos como o ganho de peso, sobrevivência e eficiência na conversão alimentar, desperdício das rações e aproveitamento dos nutrientes, dentre outros fatores devem ser avaliados quanto à viabilidade econômica do uso de rações extrusadas na produção de suínos.

A extrusão é um processo em que alimentos amiláceos e proteinosos são cozidos por meio da combinação de pressão, calor e cisalhamento mecânico (SAKOMURA, 1996). CHEFTEL (1986) descreveu que o processo de extrusão consiste em submeter os alimentos e ingredientes a altas temperaturas por curto tempo, objetivando obter: hidratação; mistura; tratamento térmico; gelatinização do amido; desnaturação das proteínas; destruição dos microrganismos e de alguns componentes tóxicos. O processo de cozimento por extrusão pode controlar inúmeras características do produto como forma, densidade, reidratação, textura e cozimento (SAAD et al., 2005).

Ao se submeter um determinado alimento a extrusão obtém-se um efeito nutricional vantajoso e útil, uma vez que viabiliza a utilização de várias misturas de diferentes matérias-primas ricas em proteínas e amidos, podendo incorporar na composição, minerais e vitaminas, além de possibilitar uma longa vida de prateleira. É um mecanismo efetivo na preservação do alimento, aumentando a vida útil dos mesmos, uma vez que destrói microrganismos e inativa complexos enzimáticos e componentes antinutricionais (ANDERSON & HEDLUND, 1990; GUZMAN et al., 1992).

Para avaliar o milho processado a calor, MOREIRA et al. (1994a) compararam o uso de milho comum, milho pré cozido e milho extrusado em ração para leitões de 21 a 42 dias de idade e observaram que os teores de carboidratos solúveis nas fezes dos leitões foram menores quando as rações continham milho extrusado substituído em 100%, indicando um melhor aproveitamento do amido.

O milho é a principal fonte energética das dietas dos suínos. O componente químico responsável pelo seu conteúdo energético é o amido (MOREIRA et al., 2001), que compreende uma mistura de amilose e amilopectina (LEHNINGER et al., 1993). Esta mistura, altamente organizada de forma granular, confere ao amido baixa solubilidade, dificultando a ação da amilase no processo de digestão (ASP, 1995; CEREDA, 2002). O processamento do milho por calor rompe a estrutura cristalina que envolve o grânulo e libera a amilose e a

amilopectina, facilitando a ação enzimática da amilase no processo de absorção e digestão (MOREIRA et al., 2001).

O efeito mais importante da extrusão sobre as característica do amido é o processo conhecido como gelatinização, definida como destruição irreversível da estrutura cristalina do grão do amido (LOBO & SILVA, 2003), tornando a superfície da molécula mais susceptível à ação enzimática. Assim, QUANG (2008) afirmou que o cozimento contínuo da fração do amido do alimento ou do ingrediente, torna-o disponível para rápida digestão, permitindo que as rações atendam aos requisitos de energia para os animais. O amido gelatinizado é mais facilmente atacado por enzimas, facilitando a digestão de rações para animais jovens como leitões na fase de creche, cujas enzimas são limitadas (RIPOLL, 1993).

O farelo de soja (FS) é a principal fonte de proteína das rações de suínos e juntamente com o milho fornece os principais aminoácidos limitantes para esses animais. No entanto, o FS apresenta alguns inconvenientes na alimentação de leitões, relacionados com a baixa digestibilidade e a presença das proteínas antigênicas glicinina e  $\beta$ -conglicinina, que provocam reações de hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal (LI et al., 1991) e podem atuar como fator predisponente ao desenvolvimento de enterites por *Escherichia coli* após o desmame (MILLER et al., 1984).

Entretanto, ao submeter o farelo de soja ao processo de extrusão, tem-se o incremento de temperatura e pressão, que contribuem na digestibilidade protéica devido à desnaturação que expõe novos sítios para o ataque enzimático, melhorando a digestibilidade, em especial de aminoácidos (CHEFTEL, 1986).

Avaliando a viabilidade do uso de ingredientes extrusados para leitões desmamados aos 21 dias, MOREIRA et al. (1994a) relataram ser viável substituir até 50% do milho comum por milho pré cozido ou milho extrusado, com melhoria no consumo de ração e ganho de peso. Em outro experimento MOREIRA et al. (1994b) observaram que o processamento a calor eleva os níveis de energia digestível do milho e da soja integral nas rações de leitões na fase de creche. MOREIRA et al. (2001) testaram diferentes níveis de inclusão de milho pré-gelatinizado (0%; 33%; 67%; 100%) e verificaram que o milho pré-gelatinizado pode substituir em 52,2% o milho comum nas rações fareladas para

leitões de 21 a 31 dias e em 23,7%, para leitões de 21 a 63 dias de idade, sem prejuízos no desempenho dos leitões.

TORRES (2006) observou em seus estudos, ganho de peso diário superior a 19,7% em dieta extrusada à base de FS e milho para leitões de 28 a 42 dias de idade. Dessa forma, rações extrusadas contribuem para a melhoria no desempenho de leitões, o que resulta em maior ganho de peso quando comparados a animais alimentados com ração farelada (TEODORO et al., 2008).

Portanto, processar por extrusão rações de suínos na fase de creche constitui-se numa alternativa para melhorar o aproveitamento dos alimentos.

## **1.2 Aditivos flavorizantes**

Aditivos são produtos destinados à alimentação animal como: substância, microorganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais saudáveis e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccídiano (MAPA - IN nº13/11/2004).

Do grupo de aditivos sensoriais, que são quaisquer substâncias adicionadas ao produto para melhorar ou modificar as suas propriedades organolépticas ou as suas características visuais (MAPA - IN nº13/11/2004), incluem-se os palatabilizantes e os aromatizantes, aditivos empregados nas rações de suínos com o intuito de melhorar o desempenho animal.

Os produtos com função palatabilizante e aromatizante, conferem ou intensificam o aroma e o sabor dos alimentos (NUNES, 1998) e são responsáveis por melhorar a aceitação e estimular a ingestão de alimentos (CANTARELLI et al., 2005). Esses aditivos são classificados como flavorizantes, pois de acordo com CANTARELLI et al. (2005), “flavor” é o termo designado para o complexo olfativo e gustativo do alimento. Portanto, “flavor” é uma combinação de sabor e odor, que estimula os receptores da cavidade oral e nasal dos animais.

Os aromatizantes conferem aroma ao produto destinado à alimentação, com melhorias na aceitação dos alimentos e, consequentemente, estimulam o consumo pelo animal, mediante a ativação das glândulas de secreção (BUTOLO, 2002), além de favorecerem o aproveitamento do alimento pelo organismo. Já os palatabilizantes, têm a função de melhorar o paladar dos produtos, estimular o consumo (BELLAVER, 2000) e manter a uniformidade de aroma e gosto das rações (CAVALCANTI, 1987).

Poucas são as pesquisas com flavorizantes em rações de suínos, contudo, SILVA et al. (2002) observaram que o uso de edulcorante na ração aumenta o consumo de alimento após o desmame, embora os resultados não tenham sido significativos para o desempenho dos suínos até os 90 kg de peso vivo, enquanto, COSTA et al. (2003) ao testarem o uso de palatabilizantes à base de sacarina ou de dextrose para leitões de 6 a 18 kg de peso vivo não encontraram melhora no desempenho. Os autores ainda observaram que os aditivos não influenciaram de forma positiva nos parâmetros sanguíneos e o peso dos órgãos.

Dessa forma, na tentativa de assegurar o melhor desempenho dos leitões e minimizar os distúrbios digestivos do pós-desmame, estudam-se alternativas para melhorar as características das dietas fornecidas nas fases de creche. Uma alternativa seria o processamento dos ingredientes e/ou das rações por extrusão, que facilita a ação das enzimas digestivas, além de melhorar o processo de digestão. Outra alternativa é a inclusão de aditivos flavorizantes nas rações para torná-las mais palatáveis e evitar que as qualidades sensoriais dos ingredientes sejam perdidas com o processamento a calor, com a finalidade de melhorar o consumo das rações, o desempenho dos animais, bem como desenvolver o sistema enzimático e diminuir a quantidade de nutrientes nas fezes.

## 2 REFERÊNCIAS

1. ANDERSSON, Y.; HEDLUND, B. Extruded wheat flour: correlation between processing and product quality parameters. **Food quality and preference**, v. 2, n. 4, p. 201, 1990.

2. ASP, N. G. L. Classification and methodology of food carbohydrates as related to nutritional effects. **American Journal Clinical Nutrition**, Houston, n. 61, p.930S-937S, 1995. (Suppl).
3. BELLAVER, C. O uso de microingrediente (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: CONGRESO MERCOSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, 1, 2000, Buenos Aires. **Memorias...** [online]. Buenos Aires: Universidade de Buenos Aires, 2000. p.93-108. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias\\_2000/6Bellaver.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/abraves-sc/pdf/Memorias_2000/6Bellaver.pdf). Acesso em: 12.08.2009.
4. BELLAVER, C. & NONES, K. A. Importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. In: IV Simpósio Goiano de Avicultura, 2000, Goiânia. **Anais...** [online], Goiânia: Embrapa, 2000. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipopalestras&codarquivo16](http://www.cnpsa.embrapa.br/down.php?tipopalestras&codarquivo16). Acesso em: 5 08. 2008.
5. BERTOL, T. M. Alimentação dos leitões na creche de acordo com a idade de desmame. **Embrapa Suínos e Aves**. n.13. Comunicado técnico. 1999. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgcpublicacoes/itsu013.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgcpublicacoes/itsu013.pdf). Acesso em: 12.08.2009.
6. BERTOL, T. M.; MORAES, N.; FRANKE, M. R. Substituição parcial do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.744-52, 2001.
7. BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2002. 430 p.
8. CANTARELLI, V. S.; FIALHO, E. T.; ZANGERONIMO, M.; ALMEIDA, E. C.; NETO, J. C. G. **Aditivos e coadjuvantes biológicos na alimentação de suínos**. 1. ed., Lavras: UFLA, 2005. 95 p
9. CAVALCANTI, S. de S. **Produção de Suínos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1987. 453 p.
10. CEREDA, M. P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. 221 p.
11. CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion-cooking. **Food Chemical**. v. 20, 1986. p. 263.
12. COSTA, E. R.; DA SILVA, L. P. G.; DA SILVA, J. H. V.; CARVALH, L. E.; DE CARVALHO, M. X. C. Desempenho de leitões alimentados com diversas formas físicas da ração. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.3, p.241-247, 2006.

13. COSTA, L.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. L. G.; MURGAS, L. D. S.; FILGUEIRAS, E. P. Palatabilizantes em Dietas para Leitões de 6 a 18 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1633-1638, 2003. (Supl. 1).
14. GUZMAN, L. B.; LEE, T. C.; CHICHESTER, C. O. Lipid binding during extrusion cooking. In: KOKINI, J. L.; HO, C. T.; MUKUND, V. K. (eds). **Food extrusion science and technology**. New York: Marcel Dekker Inc., 1992. cap. 7, p. 427- 436.
15. LAWRENCE, T. L. J. Processing and preparation of cereals for pig diets. In: COLE, D. J. A.; HARESIGN, W. (Eds.) **Recent developments in pig nutrition**. London: Butterworths. p. 230-245. 1985.
16. LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L; COX, M. M. Carbohydrates. In: **Principles of biochemistry**. 2.ed. New York: Worth,1993. p.298-323.
17. LI, D. F.; NELSEN, J. L.; REDDY, P. G.; BLECHA, F.; KLEMM, R. D., Giesting, D. W.; HANCOCK J. D.; ALLEE, G. L.; GOODBAND, R. D. Measuring suitability of soybean products for early-weaned pigs with immunological criteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.8, p.3299-3307, 1991.
18. LOBO, A. R.; SILVA, G. M. de L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.16, n.2, p.219-226, 2003.
19. MANAH, D. C.; CERA, K. R. Changes in intestinal morphology- a major reason for the growth check following weaning. **Pig News Information**, Wallingford: CABI Publishing, v.14, n.4, p.373, 1991.
20. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo. Regulamento técnico sobre aditivos para produtos destinados à alimentação animal. **Instrução Normativa nº 13**, de 30 de novembro de 2004.
21. MILLER, B. J.; NEWBY, T. J.; STOKES, C. R.; BOURNE F. J. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhea. **Research in Veterinary Science**, London, v.36, p.187-193, 1984.
22. MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L.; COSTA, P. M. A. . Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n.3, p.412-421, 1994a.
23. MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; TEXEIRA, D. C.; COSTA, P. M. A.; TAFURI, M. L. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e da soja integral processados a calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.6, p.916-929, 1994b.

24. MOREIRA, I.; OLIVEIRA, G. C.; FURLAN, A. C.; PATRICIO, V. M. I.; MARCOS JÚNIOR, M. Utilização da farinha pré-gelatinizada de milho na alimentação de leitões na fase de creche: digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.2, p.440-448, 2001.
25. NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, 1998. 333 p.
26. O'CONNELL, J. M.; CALLAN, J. J.; O'DOHERTY J. V. The effect of dietary crude protein level, cereal type and exogenous enzyme supplementation on nutrient digestibility, nitrogen excretion, faecal volatile fatty acid concentration and ammonia emissions from pigs. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.127, p.73-88, 2006.
27. QUANG, T. D. **Extrusion processing: effects on dry canine diets**. [online]. 2008. 144p. Thesis - University and Research Centre, Wageningen Wageningen. Disponível em: [library.wur.nl/wda/dissertations/dis4394.pdf](http://library.wur.nl/wda/dissertations/dis4394.pdf). Acesso em: 27.02.09.
28. RIPOLL, A. P. El proceso de extrusión en cereales y habas de soja: experiencias prácticas. In: IX CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. 1993, Barcelona. Disponível em: [www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP\\_6\\_II.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/93CAP_6_II.pdf). Acesso em: 04.03.09.
29. SAAD, F. M. de O. B.; DUARTE, A.; SAAD, C. E. do P.; SILVA JR, J. W.; LIMA, L. M. S.; LARA, L. B. Processamento de Alimentos. In: \_\_\_. **Aspectos técnicos-comerciais e avaliação da qualidade de alimentos para cães e gatos**. Lavras: Gráfica universitária da UFLA, 2005. p. 28-31.
30. SAKOMURA, N. K. Uso da soja integral na alimentação de aves. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 1996. p.26-38.
31. SILVA, C. A.; ROCHA, F. L.; MACHADO, G. S.; KRONKA, R. N.; THOMAZ, M. C.; OKANO, W.; FONSECA, N. N.; PINHEIRO, J. W.; CABRER, L. Edulcorante na água de consumo e efeitos sobre o desempenho e o desenvolvimento da mucosa intestinal de leitões submetidos ao desmame precoce segregado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.1770-1776, 2000.
32. TEODORO, S. M.; BERTO, D. A.; PADOVANI, C. R.; CHAVES, M. A.; PANIZZA, J. C. Lactentes e desmamados alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.57, n.220, p.549-552, 2008.

33. TORRES, A. A. A. **Evaluación productiva y económica de la extrusión de maíz y soya en la alimentación de lechones de 28 a 42 días de edad** [online]. 2006. 19f. Grado Académico de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo - Carrera de Ciencia y producción Agropecuaria, Zamorano. Disponível em: [zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2006/T2203.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2006/T2203.pdf). Acesso em: 12.02.2009.
34. TRINDADE NETO, M. A. DA; BARBOSA, H. P.; PETELINCAR, I. M. Farelo de soja, soja integral macerada e soja micronizada na alimentação de leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.104-111, 2002.

**CAPÍTULO 2**  
**DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES DAS RAÇÕES**  
**FARELADAS OU EXTRUSADA COM OU SEM FLAVORIZANTES PARA**  
**LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

**RESUMO**

Para suprir a demanda nutricional dos suínos na fase de creche é necessário que a ração formulada seja à base de ingredientes palatáveis com alta disponibilidade de nutrientes e que atendam às exigências dos animais. Portanto, rações extrusadas podem atender às exigências fisiológicas dos leitões, uma vez que a extrusão rompe as barreiras físicas que envolvem os grânulos dos ingredientes, melhora sua digestibilidade e aspectos nutricionais, além de que facilita a ação das enzimas. Dessa forma, objetivou-se avaliar a digestibilidade dos nutrientes das rações fareladas e extrusadas com ou sem a adição de aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche. O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da UFG. O período experimental total durou 26 dias, divididos em dois períodos de 13 dias, sendo: cinco dias para adaptação dos animais às gaiolas e regularização das dietas no trato gastrintestinal dos animais, três dias para regularização do consumo metabólico e cinco dias para coleta das amostras de fezes e de urina. Para tanto, foram utilizados 12 animais híbridos, machos, castrados por período. O delineamento foi de blocos casualizados no tempo, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em: ração farelada sem aditivos flavorizantes, ração extrusadas sem aditivos, ração extrusada com aditivos flavorizantes (sacarina e aroma de baunilha e coco) e ração extrusadas com aditivos flavorizantes com 5% de umidade. Os valores de energia bruta kcal/kg diferiram estatisticamente, em que a ração extrusada sem aditivos flavorizantes apresentou o valor de energia de 4165,64. Não ocorreu diferença estatística para os coeficientes de digestibilidade da matéria mineral, matéria seca e coeficiente de metabolização da energia bruta, matéria seca, proteína bruta e balanço de N. Já o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta foi significativamente melhor para os tratamentos extrusados com aditivos flavorizantes e 5% de umidade em relação à ração farelada e rações extrusadas sem aditivos, com coeficiente de 90,49%. O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo também diferiu significativamente para o tratamento T4, em que este tratamento apresentou melhor digestibilidade (91,16%) que as rações extrusadas sem aditivos (87,31%). Verificou-se a menor disponibilidade de Ca para o tratamento com rações extrusadas sem aditivos (72,22%). Dessa forma, rações extrusadas com flavorizantes e 5% de umidade para suínos na fase de creche resultam em maiores coeficientes de digestibilidade de proteína e extrato etéreo.

Palavras-chave: aditivos, extrusão, leitões, metabolismo.

**CHAPTER 2**  
**APPARENT DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS OF CRUMBLED OR EXTRUDED**  
**DIETS WITH OR WITHOUT FLAVORING TO PIGLETS**

**ABSTRACT**

To meet the nutrient requirements of pigs in the nursery is necessary that the ration is formulated on the basis of palatable ingredients with high nutrient availability and that meet the needs of animals. Therefore, floating diets can meet the physiological demands of piglets, since the extrusion breaks the physical barriers surrounding the granules of the ingredients, enhances their digestibility and nutritional value, and facilitate the action of enzymes. This work aimed to evaluate the digestibility of the nutrients and extruded with or without the addition of flavoring additives for piglets in the nursery phase. The experiment was performed at the Aquaculture Department of Animal Production Veterinary School of UFG. The experimental period lasted 26 days, divided into two periods of 13 days, being five days for animals to adapt to cages and regulation of diets in the gastrointestinal tract of animals and three days to stabilize the metabolic consumption and five days for collection of samples feces and urine. To this end, we used 12 hybrid animals, castrated male per period. The design was a randomized block design, with four treatments and six replications. The treatments were: dry feed without flavor additives, extruded feed without additives, extruded with flavor additives (sucrose and aroma of vanilla and coconut) and food additives flavoring extruded with 5% humidity. Values gross energy kcal / kg statistically different, in that the extruded diet without additives showed the flavoring energy value of 4165.64. There was no statistical difference in the digestibility of ash, dry matter and coefficient of gross energy metabolism, dry matter, crude protein and N balance Since the digestibility of crude protein was significantly better for treatments with extruded flavoring additives and 5% moisture for the dry feed and feed additives extruded without a coefficient of 90.49%. The digestibility of ether extract also differed significantly for the treatment T4, where this treatment showed better digestibility (91.16%) than the floating diets without additives (87.31%). Has the lower availability of Ca for the treatment diets extruded without additives (72.22%). Thus, diets extruded flavoring and 5% humidity for piglets phase results in higher digestibility of protein and lipids.

Keywords: additives, extrusion, piglets and metabolism .

## **1 INTRODUÇÃO**

A demanda nutricional do suíno nas fases iniciais do crescimento é alta, devido ao rápido crescimento e ao acúmulo de massa muscular. Para suprir essa demanda é necessário que a ração formulada seja à base de ingredientes palatáveis com alta disponibilidade de nutrientes e que atendam às exigências dos animais. No entanto, a falta de disponibilidade de ingredientes adequados; custo elevado; problema de logística e pressão para produção de dietas de baixo custo levam ao fornecimento de dietas mais simples. Essas dietas não atendem às exigências dos leitões na creche e, via de regra, desencadeiam problemas digestivos. Como consequência obtém-se baixo desempenho animal, pois, na maioria dos casos, essas rações são deficientes em nutrientes (energia e proteína) o que impede a maximização da produção (LIMA & MÓRES, 2007).

A digestibilidade é o coeficiente de absorção de um nutriente, sendo em geral expresso como porcentagem do que foi retido em relação ao que foi ingerido (EMPRAPA, 2003). A digestibilidade dos alimentos é a soma dos processos que o alimento sofre na sua trajetória pelo TGI dos animais (CAVALCANTI, 1987). Dessa maneira, a quantidade e a digestibilidade do alimento ingerido tem importância fundamental, pois são determinantes na disponibilização de nutrientes para os processos fisiológicos e no desempenho animal.

MOREIRA et al. (1994) citaram que o milho processado corretamente pelo calor, tem a digestibilidade de seus nutrientes melhorada, principalmente a da energia, devido ao potencial de gelatinização do amido. Os autores ainda relataram que o amido modificado pelo processo de extrusão permitiu melhor digestão e absorção dos nutrientes pelos leitões, bem como a eficiência de utilização das rações.

MULEY et al. (2007) testaram o milho comum, milho extrusado e gérmen de milho sobre a digestibilidade ileal da MS, fósforo aparente e AA (aminoácidos padronizados) para suínos. Os autores encontraram coeficiente de digestibilidade ileal superior para o milho extrusado (82,5%) em relação ao milho comum (77,9%) e ao gérmen de milho (51,1%). O maior valor nutricional do milho extrusado promoveu a melhoria da digestibilidade da matéria seca (MS), na qual a

extrusão maximiza o valor nutritivo do milho, promove maior absorção e diminui o teor de fósforo nas fezes.

Nesse sentido, avaliou-se a digestibilidade dos nutrientes das rações fareladas e extrusadas com ou sem a adição de aditivos flavorizantes (aroma de baunilha e coco e palatabilizante à base de sacarina) para leitões na fase de creche, com o intuito de determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da energia bruta (CDEB), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), matéria mineral (CDMM), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), proteína bruta (CMPB), matéria seca (CMMS), disponibilidade de cálcio (Ca) e fósforo (P), balanço de nitrogênio (N), valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) das rações.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local, delineamento experimental, animais e tratamentos

O experimento de digestibilidade com suínos na fase de creche foi desenvolvido no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás.

Nesse experimento foi determinada a digestibilidade dos nutrientes das rações fareladas, extrusadas sem aditivos flavorizantes, extrusadas com aditivos flavorizantes (aromatizante de baunilha e coco e palatabilizante edulcorante à base de sacarina) e extrusadas com aditivos flavorizantes e 5% de umidade. O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados no tempo. Para tanto, o ensaio foi realizado em dois períodos experimentais, com 12 animais por período, que totalizou 24 unidades experimentais. Sendo que, cada unidade foi formada por um animal macho, castrado, híbrido comercial com aproximadamente  $18,3 \pm 3,8$  kg de peso, alojado em gaiola metabólica, descrita por PEKAS (1968).

Os tratamentos adotados foram: T1 - ração referência farelada sem os aditivos flavorizantes, formulada para atender às exigências de leitões na fase de creche com alto desempenho, conforme ROSTAGNO et al. (2005); T2 - ração extrusada sem os aditivos flavorizantes com composição nutricional e centesimal

idêntica à ração do tratamento T1; T3 - ração extrusada idêntica ao tratamento T2 com adição de aditivos flavorizantes e T4 – ração idêntica ao tratamento T3 com adição de 5% de umidade. A composição química das rações utilizadas neste ensaio foi determinada de acordo com SILVA & QUEIROZ (2002). A composição centesimal, química e energética das dietas experimentais estão dispostas na Tabela 1.

TABELA 1 - Composição centesimal, química e energética das dietas experimentais

Ingredientes	Composição centesimal %			
	T1	T2	T3	T4
Milho	61,295	61,055	61,015	59,455
Farelo de soja 46%	24,700	24,700	24,700	24,700
Farinha de vísceras	6,300	6,300	6,300	6,300
Far. Carne suína	3,300	3,300	3,300	3,300
Sal branco comum	0,500	0,500	0,500	0,500
Dl-metionina	0,015	0,015	0,015	0,015
L-lisina	0,190	0,190	0,190	0,190
Antioxidante <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral e Vitamínica <sup>2</sup>	0,600	0,600	0,600	0,600
Óleo de frango	2,000	2,000	2,000	2,000
Levedura de cana	1,000	1,000	1,000	1,000
Antifúngico <sup>3</sup>		0,240	0,240	0,300
Flavorizantes <sup>4</sup>	-	-	0,040	0,040
Ácido orgânico <sup>5</sup>				1,200
Conservante <sup>6</sup>				0,300
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Composição química e energética				
Exigências	Tratamentos			
PB%	21,46			
EM kcal/g	3231,3			
MS%	90,0			
EE %	3,92			
Met%	0,33			
Cis%	0,29			
Lisina%	1,15			
Ca%	0,73			
P Total%	0,65			

<sup>1</sup> Aditivos: Petox plus dry<sup>1</sup>; Myco curb líquido<sup>3</sup>; Ácidos lático<sup>5</sup>; Sorbato de potássio<sup>6</sup>

<sup>2</sup> Premix suíno 415y: conteúdo por kg de ração: Vitamina A, 10.000 UI; Vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 25 UI; Vitamina K3, 2 mg; Vitamina B1, 2 mg; Vitamina B2, 6 mg; Vitamina B6, 3 mg; Vitamina B12, 30 mcg; Ácido Nicotínico, 30 mg; Ácido Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Ácido Fólico, 1 mg; Selênio, 0,3 mg; Colina, 150 mg; Lisina, 1.170 mg; Promotor de crescimento, 50 mg; Antioxidante, 100 mg; Iodo, 1,5 mg; Cobalto, 1 mg; Cobre, 175 mg; Zinco, 100 mg; Ferro, 100 mg; Manganês, 40 mg.

<sup>3</sup> Aditivos comerciais: Bigarol Cremaron (aromatizante – aroma de baunilha e coco) e Piggy Sweet (palatabilizante- edulcorante sacarina).

## 2.2 Adaptação dos animais

O período experimental total teve duração de 26 dias, divididos em dois períodos de 13 dias (12/04/09 a 24/04/09 e 11/05/09 a 23/05/09). Sendo cinco dias para a adaptação dos animais às gaiolas e às dietas no trato gastrintestinal dos animais, três dias para regularização do consumo metabólico e cinco dias para coleta das amostras de fezes e de urina (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Durante a fase de adaptação foi quantificado diariamente o consumo voluntário de cada animal por meio de coletas de sobras das rações, com a finalidade de quantificar o consumo para determinar o consumo/UTM de cada animal. Baseado no menor consumo foi determinado à quantidade da dieta a ser fornecida para cada bloco durante o período experimental. Dessa forma, cada suíno recebeu uma quantidade diária de ração por unidade de peso metabólico ( $P^{0,75}$ ) (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia, às 8h e 16h. A água foi fornecida no comedouro após as refeições, *in natura* e à vontade.

## 2.3 Coleta de fezes e urina

A coleta consistiu em amostragens de fezes e urina durante os cinco dias finais do período experimental. O método adotado foi o da coleta total de fezes e de urina sem uso de marcador. As fezes foram coletadas diariamente, pesadas e homogeneizadas, sendo retirada, em seguida, uma alíquota de 20% do conteúdo total, acondicionando-as em sacos plásticos previamente identificados e posteriormente armazenados sob refrigeração para congelamento.

Após o término do período de coleta, as fezes foram descongeladas à temperatura ambiente e homogeneizadas. Uma amostra foi desidratada a 55 °C por 72 horas em estufa de ventilação forçada, para a determinação da primeira umidade (ASA). Posteriormente realizou-se a moagem da amostra que foi acondicionada em embalagens plásticas identificadas para as análises de

matéria seca a 105°C (ASE), proteína bruta, energia bruta, extrato etéreo, matéria mineral, cálcio e fósforo.

A urina excretada foi recolhida uma vez por dia em baldes plásticos de 20L com a adição de 20 mL de HCl (1:1) + água destilada, com a finalidade de evitar a perda de nitrogênio e proliferação bacteriana.

Para reter as impurezas, principalmente de pêlos e fezes, colocou-se tela de polietileno no balde de coleta. Durante todas as manhãs o balde com urina foi pesado para quantificar a urina total e, depois de homogeneizada, foi retirada uma alíquota de 200 mL, que foi acondicionada em recipientes de vidro, armazenados sob refrigeração para resfriamento.

Ao final do período de coleta, a urina coletada foi colocada em temperatura ambiente para a realização de análise de nitrogênio, proteína, matéria seca e energia (SILVA & QUEIROZ, 2002; SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). Para a determinação da densidade foi empregado o seguinte procedimento: foram pesados e medidos 500 mL da urina, submetendo-a a estufa de ventilação forçada a 55 °C, por 144 horas, para a determinação de parte da umidade.

O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) e metabolizabilidade (CM) dos nutrientes foram determinados por meio da fórmula descrita por ANDRIGUETO et al. (1991) e SAKOMURA & ROSTAGNO (2007):

$$CD \text{ ou } CM = NI - NF / NI \times 100.$$

Em que:

NI = Quantidade de nutriente ou energia ingerido e

NF = Quantidade de nutriente ou energia fecal.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os teores de energia bruta (EB kcal/kg), energia digestível (ED kcal/kg), energia metabolizável (EM kcal/kg) das rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche estão na Tabela 2.

TABELA 2 - Variáveis de energia bruta (EB kcal/kg), energia digestível (ED kcal/kg), energia metabolizável (EM kcal/kg) das rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche

Variáveis	Tratamentos*				
	T1	T2	T3	T4	CV
EB kcal/kg	4035,76c	4165,64a	4160,43b	3939,34d	-
ED kcal/kg	3687,47	3814,47	3859,63	3654,52	24,2
EM kcal/kg	2940,8	3093,4	3227,66	3013,59	25,8

Médias seguidas de letras iguais (mesma linha) não diferem entre si pelo teste T de Student ( $P>0,05$ )

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Houve diferenças estatísticas para a variável EB das rações. Os maiores valores encontrados de EB foram para os tratamentos extrusados sem e com aditivos flavorizantes e o menor valor de EB encontrado foi para o tratamento extrusado com aditivos flavorizantes e 5% de umidade. Esse menor valor pode ser explicado pela inclusão de 5% de água nas rações do tratamento T4. Não houve diferenças estatísticas para as variáveis de ED e EM. Os valores EM kcal/g foram numericamente maiores para o tratamento T3. Esses resultados implicam que o tratamento T3 representou a maior energia absorvida pelos animais após o processo de digestão em 9,75% a mais que o tratamento T1.

Segundo MOREIRA et al. (1994), os tipos e os parâmetros de processamentos influenciam diretamente no valor nutricional dos alimentos. Os autores ainda citaram que a idade dos suínos também influencia no valor energético. Conforme SAKOMURA & ROSTAGNO (2007), o conhecimento do valor energético dos alimentos é de fundamental importância nutricional e econômica na formulação de rações para que estas resultem em ótimo desempenho dos animais e minimizem o custo de produção.

Na Tabela 3 encontram-se os dados calculados da composição química e energética das rações fareladas e extrusadas, com e sem aditivos flavorizantes, em que podem ser observadas diferenças na composição das rações experimentais, de modo que os valores de proteína bruta diferiram em

1,7%; 14,44% e 20,61%; porcentagem referente aos tratamentos T1, T2 e T3 em relação ao tratamento T4. Os valores de MS das rações também diferiram estatisticamente, em que o tratamento T4 resultou em menor valor de %MS em relação aos tratamentos T3, T2 e T1; respectivamente em 6,79%; 5,79% e 3,04%. Nota-se que tanto os valores de %MS e de %PB do tratamento extrusado com aditivos flavorizantes e 5% de umidade resultaram em menores, em decorrência da inclusão de água na ração.

Tabela 3 – Composição química e energética calculada das rações fareladas e extrusadas com e sem aditivos flavorizantes

Exigências	Composição química e energética			
	Tratamentos*			
	T1	T2	T3	T4
PB%	19,59b	22,04a	23,23a	19,26b
MS%	90,60c	93,02b	93,90a	87,93d
MM%	4,81c	5,16a	5,17a	5,13b
EE%	6,52a	4,23d	4,60c	5,04b
N%	3,13b	3,53a	3,72a	3,08b
Ca%	1,00c	1,07a	1,05b	0,98d
P disp%	0,61c	0,627b	0,721a	0,604d

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Os valores de matéria mineral (MM) e de nitrogênio (N) dos tratamentos T2 e T3 foram estatisticamente iguais, enquanto que estes se diferenciaram dos tratamentos T4 e T1. Quanto aos teores de extrato estéreo (EE), Ca e P disponíveis, a análise estatística demonstrou que esses eram diferentes, sendo que os menores valores obtidos para EE% foi encontrado nas rações do tratamento extrusado sem aditivos flavorizantes (T2). Já os menores valores de Ca e P disponíveis foram os referentes às rações extrusadas com aditivos flavorizantes e 5% de umidade (T4).

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), matéria mineral (CDMM), coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), energia bruta (CMEB), proteína bruta (CDPB), disponibilidade de Ca e P e balanço de N estão apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 - Coeficiente de digestibilidade da MS, EB, PB, EE, MM, coeficiente de metabolizabilidade da MS, EB, PB, disponibilidade de Ca, P e balanço de nitrogênio das rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes

Variáveis	Tratamentos*				
Coeficiente de digestibilidade (%)	T1	T2	T3	T4	CV
CDMS	91,72	91,21	92,72	93,33	2,04
CDEB	91,37	91,57	92,77	92,77	2,07
CDPB	85,28b	85,22b	88,79ab	90,49a	4,19
CDEE	89,2ab	87,31b	89,43ab	91,16a	3,1
CDMM	78,82	70,04	74,84	73,04	9,98
Coeficiente de metabolização (%)	T1	T2	T3	T4	CV
CMMS	88,54	88,73	87,14	86,77	3,24
CMEB	72,87	74,26	77,58	76,50	6,42
CMPB	74,08	73,47	77,44	81,45	9,29
Disponibilidade	T1	T2	T3	T4	CV
Ca	82,33a	72,22b	79,24ab	76,84ab	9,92
P	66,78b	61,82b	71,44b	94,33a	13,53
Balanço de Nitrogênio	91,85a	91,72a	55,68b	92,25a	3,5

Médias seguidas de letras iguais (mesma linha) não diferem entre si pelo teste T de Student ( $P>0,05$ )

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Não ocorreu diferença estatística para o CDMS, CDEB; CDMM, CMMS, CMEB, CMPB. No entanto, o CDPB diferiu significativamente para o tratamento extrusado com adição de aditivos flavorizantes + umidade (T4). Os tratamentos T1 (ração farelada sem aditivos) e T2 (ração extrusada sem aditivos) não diferiram no CDPB. O maior CDPB pode ser explicado pela desnaturação protéica que possibilita a melhor digestibilidade protéica, devido à exposição de novos sítios ativos para o ataque enzimático, melhorando a digestibilidade, em especial de aminoácidos e lipídios (CHEFTEL, 1986). Outro fator que deve ser considerado quanto ao melhor CDPB do tratamento T4, é que as rações desse tratamento apresentaram menores teores de PB em relação aos tratamentos T2 e T3.

Do mesmo modo, o CDEE apresentou diferença estatística entre os tratamentos, com melhor coeficiente para o tratamento T4 em relação ao tratamento T2, que apresentou o menor coeficiente de digestibilidade. Esse fato pode ser explicado de acordo com ADAMS & JENSEN (1984) pela pressão mecânica gerada com a extrusão em razão da ruptura das células graxas. Essa

ruptura intensa das membranas celulares é que torna a gordura mais disponível para os suínos. O CDEE encontrado no tratamento T2 se deu ao menor teor de gordura das rações desse tratamento.

O CMEB foi maior em 1,91%; 6,5% e 5% para os tratamentos extrusados com ou sem aditivos, respectivamente T2, T3 e T4, em relação ao T1 (ração farelada sem aditivos), justificado pela melhor disponibilidade de energia, devido à hidratação, à mistura, ao tratamento térmico, à gelatinização do amido e até mesmo à desnaturação das proteínas. HERKELMAN et al. (1991) observaram que a extrusão melhorou a utilização da energia pelos animais. Em ensaio com milho extrusado, MOREIRA et al. (1994) verificaram que quando esse ingrediente é processado corretamente pelo calor, tem a digestibilidade de seus nutrientes melhorada, principalmente a da energia, devido ao potencial de gelatinização do amido. Os autores citaram que o amido modificado permitiu melhor digestão e absorção dos nutrientes pelos leitões, bem como a eficiência de utilização das rações.

Assim, o estudo dos coeficientes de digestibilidade aparente é utilizado com o objetivo de determinar o valor nutricional do alimento. Em que, a digestibilidade da ração depende, primeiramente, da composição química e também da capacidade digestiva do animal (McGOOGAN & REIGH, 1996), o que justifica os valores encontrados nesse experimento. A importância de determinar esses coeficientes deve-se à necessidade de atendimento às exigências nutricionais da categoria animal, uma vez que o conhecimento dos hábitos alimentares e o fornecimento de uma dieta equilibrada não são suficientes para assegurar resposta positiva no desempenho do animal.

Os resultados relacionados à disponibilidade de Ca e P nas rações, diferiram entre os tratamentos. O tratamento T1 correspondeu ao maior valor de Ca disponível, sendo esse valor de 12,28% a mais do que o encontrado no tratamento com rações extrusadas sem aditivos flavorizantes. Portanto, o processamento da ração por extrusão acarretou em maior absorção e menor teor desses nutrientes nas fezes.

Os teores de disponibilidade de P não diferiram nos tratamentos T1, T2 e T3, no entanto, houve diferença destes em relação ao tratamento T4. Esse tratamento resultou no maior teor de P disponível, resultando em maior poder

poluente desse mineral nos dejetos dos animais que receberam ração extrusada com aditivos flavorizantes e com 5% umidade. MULEY et al. (2007) observaram maior valor nutricional do milho extrusado, melhor digestibilidade da matéria seca, maximização do valor nutritivo, maior absorção e diminuição do teor de fósforo nas fezes. O balanço do N tem por finalidade padronizar os valores de EM aparente das rações. Neste caso o tratamento T3 apresentou o menor valor.

#### 4 CONCLUSÃO

Rações extrusadas com aditivos flavorizantes e 5% de umidade resultam em maiores coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e do extrato estéreo, porém com maior teor de P disponível.

#### 5 REFERÊNCIAS

1. ADAMS, K. L. & JENSEN, A. H. Comparative utilization of in-seed fats and the respective extracted fats by the young pig. **Journal Animal Science**. Champaing, v.59, p.1557-1566, 1984.
2. ANDRIGUETO, J. M.; PERLI, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal:** as bases e os fundamentos da nutrição animal e dos alimentos. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1991. v.1, p.23-26.
3. CAVALCANTI, S. de S. **Produção de Suínos.** Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1987. 453 p.
4. CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion-cooking. **Food Chemical**. v. 20, 1986. p. 263.
5. EMBRAPA - Suíno e aves: sistema de produção. **Glossário** [online]. Jul. 2003. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/aves/Glossario.htm> Acesso em: 17.08.2009
6. HERKELMAN, K. L.; CROMWELL, G. L.; STAHLY, T. S. Effects of heating time and sodium metabisulfite on the nutritional value of full-fat soybeans for chicks. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.4477-4486, 1991.

7. LIMA, G. J. M. M de; MORÉS, N. Nutrição e diarréia dos leitões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAVES, 2007. p.189-199.
8. McGOOGAN, B. B.; REIGH, R. C. Apparent digestibility of selected ingredients in red drum (*Sciaenops ocellatus*) diets. **Aquaculture**, v.141, p.233-244, 1996.
9. MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L.; COSTA, P. M. A. . Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p.412-421, 1994.
10. MULEY, M. N. S.; VAN HEUGTEN, E.; MOESER, A. J.; RAUSCH, K. D. T.; VAN KEMPEN, A. T. G. Nutritional value for swine of extruded corn and corn fractions obtained after dry milling. **Journal Animal Science** [online], Champaign, v.85, n.7, p.1695-701, 2007. Disponível em: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/85/7/1695?Maxtoshow=HITS=10&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Nutritional+value+for+swine+of+extruded+corn+and+corn+fractions+obtained+after+dry.+&searchid=1&FRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT>. Acesso em: 15.07.2008.
11. PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, Indianapolis, v.27, n.5, p.1303-1309, 1968.
12. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZALE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 2005. 141 p.
13. SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisas em nutrição de monogástricos.** 2.. Jaboticabal: Funep, 2007. p.57-61.
14. SILVA, D. J.: QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3.ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.

**CAPÍTULO 3**  
**DESEMPENHO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE RAÇÕES**  
**FARELADAS E EXTRUSADAS COM OU SEM ADITIVOS FLAVORIZANTES**  
**PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

**RESUMO**

Para atingir o objetivo da suinocultura moderna que é a busca de um modo eficiente de produção com o alcance do peso de abate em menor tempo, com o consumo de rações de custo baixo e com elevado rendimento de carcaça, é necessário que se atenda a alguns requisitos relativos à qualidade das rações fornecidas, de modo que os animais expressem bom desempenho. Dessa maneira, foi realizada a avaliação de desempenho e de custos de rações fareladas e extrusadas com ou sem adição de aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche. O delineamento foi de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em: ração referência farelada sem aditivos flavorizantes; ração extrusão sem aditivos flavorizantes; ração extrusada com aditivos flavorizantes (palatabilizante à base de sacarina e aroma de baunilha e coco) e ração extrusada com aditivos e 5% de umidade. Foram utilizados 48 animais híbridos comerciais, divididos em 24 machos castrados e 24 fêmeas. Nesse experimento avaliou-se as variáveis de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Os resultados foram sujeitos a análise de variância (ANOVA) e submetidos ao Teste de t Student. Não observou-se diferenças nas variáveis de peso inicial e final, ganho de peso diário, GPT e CRT. O GPT para os tratamentos extrusados, com ou sem aditivos, foram superiores ao tratamento farelado em 7,19%; 8,98% e 11,98% respectivamente, para os tratamentos extrusados sem aditivos, tratamentos extrusados com aditivo e tratamentos extrusados com aditivos + umidade. Do mesmo modo, a variável CRT, foi de 12,75% e 6,45%; a menos para os tratamentos extrusados sem e com aditivos. Portanto, os animais alimentados com rações extrusadas comeram menos e ganharam mais peso em comparação com os animais tratados com rações fareladas. Houve diferença estatística para a variável conversão alimentar ( $p<0,05$ ), a qual foi melhor no grupo de animais que receberam ração extrusada sem aditivos (T2). O resultado demonstra que a forma física da ração, interferiu tanto na aceitabilidade quanto na palatabilidade da ração. O tratamento T2 apresentou melhor disponibilidade dos nutrientes, provavelmente devido ao processamento térmico da ração durante a extrusão, quando comparado com o tratamento T1. Os custos médios com rações/kg de peso foram de R\$ 0,49; 0,39; 0,43 e 0,59. Consequentemente o índice de custos foi de 123,4%; 100%; 108,1% e 147,2% para o tratamento farelado, extrusado sem aditivos, extrusado com aditivos e extrusado com aditivos e 5% de umidade, respectivamente. O uso de ração extrusada sem aditivos para leitões na fase de creche proporcionou melhores resultados de consumo de ração, conversão alimentar e menor custo/kg de peso produzido, quando comparado com ração farelada.

Palavras-chave: aromatizantes, custos, extrusão, leitões, palatabilizantes.

**CHAPTER 3**  
**PERFORMANCE AND ECONOMIC EVALUATION OF CRUMBLED AND EXTRUDED DIET WITH OR WITHOUT FLAVORING ADDITIVES FOR PIGLETS**

**ABSTRACT**

To achieve the objective of modern pig farming which is the search for an efficient production method, with the reach of the slaughter weight in lesser time, with the consumption of low cost diets and high carcass yield, it is necessary to attend some requirements related to the quality of the diets provided, in such a way that animals express a good performance. Thus, it was evaluated the performance and cost of crumbled and extruded diets with or without the use of flavoring additives for piglets. The design was of randomized blocks, with four treatments and six replications. The treatments were: reference crumbled diet without flavoring additives; extruded diet without flavoring additives, extruded diet with flavoring additives (flavourer based on saccharin and scent of vanilla and coconut) and extruded diet with additives and 5% of humidity. 48 commercial hybrids animals were used, divided in 24 barrows and 24 females. In this experiment, it was evaluated the variables of weight gain, feed consumption and feed conversion. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and submitted to the Student t test. No differences were observed in the variables of initial and final weight, daily weight gain, GPT and CRT. The GPT for the extruded treatments with or without additives were higher in 7.19%, 8.98% and 11.98% respectively, for extruded treatments without additives, extruded treatments with additives and extruded treatments with additives + humidity. Similarly, the variable CRT, was 12.75% and 6.45% lesser for the extruded treatments with and without additives. Therefore, animals fed with extruded diets ate less and gained more weight compared to the animals treated with crumbled diet. There was statistical difference for the variable feed conversion ( $p < 0.05$ ), which was better in the group of animals that received extruded diet without additives (T2). The result shows that the physical form of feed, interfered in the acceptability as much as in the palatability of the diet. The treatment T2 had better availability of nutrients, probably due to the thermal processing of feed during extrusion when compared with the T1 treatment. The average cost of feed / kg were of R\$ 0.49, 0.39, 0.43 and 0.59. Therefore the cost index was of 123.4%, 100%, 108.1% and 147, 2% for the crumbled treatment, extruded without additives, extruded with additives and extruded with additives and 5% of humidity, respectively. The use of extruded diets without additives for piglets provided better results of feed consumption, feed conversion and lower cost / kg produced, when compared with crumbled diet.

Keywords: costs, extrusion, flavoring, flavourer, piglets.

## **1 INTRODUÇÃO**

O grande desafio da suinocultura moderna é a produção de animais de modo eficiente, ou seja, produzir animais respeitando o meio ambiente e o bem-estar animal, além de conseguir que estes animais alcancem o peso de abate em menor tempo, consumindo rações de custo baixo e com elevado rendimento de carcaça. Contudo, para alcançar tais objetivos é necessário que se atenda a alguns requisitos relativos à qualidade das rações fornecidas, de modo que os animais expressem bom desempenho.

O conhecimento da composição química, dos valores de digestibilidade e da disponibilidade de nutrientes constitui a melhor forma de balancear tecnicamente e economicamente as rações para suínos. Outro item de fundamental importância referente à nutrição animal é a forma física da ração, visto que pode interferir tanto na aceitabilidade quanto na palatabilidade dos ingredientes (BERTOL, 1999). Além disso, os processos de fabricação ou de preparação das rações poderão definir a sua viabilidade no que se refere aos custos com alimentação.

Nesse contexto, MOREIRA et al. (1994) avaliaram o uso de milho e soja integral processados a calor para a alimentação de leitões, no qual observaram a viabilidade de substituição de até 50% do milho comum por milho pré-cozido ou milho extrusado, o que propiciou melhor consumo de ração e ganho de peso dos leitões, havendo entretanto, aumento na conversão alimentar.

TORRES (2006) avaliou o efeito do farelo de soja e milho extrusado utilizados em dietas para leitões de 28 a 42 dias de idade, constatando ganho de peso diário superior a 19,7% na dieta extrusada, porém esta não afetou o consumo diário nem as taxas de conversão. De acordo com MATEOS et al. (2005), a extrusão melhora a digestibilidade dos nutrientes para leitões de 21 a 35 dias de idade com consumo de 349 g/dia. Os autores relataram que não houve diferença entre CA da dieta extrusada em relação ao tratamento com a dieta não extrusada, sendo de 1,40 e 1,55, respectivamente.

O efeito de rações processadas por calor e teor de umidade sobre o desempenho de leitões nas fases pré-iniciais I (7 a 21 dias de idade média) e II (22 a 28 dias de idade média) foram avaliadas por TEODORO et al. (2008). Os

autores verificaram maior ganho de peso para os leitões que receberam ração extrusada nas duas primeiras fases (I e II), e que este efeito foi mantido na fase inicial I. O ganho diário de peso dos animais foi de 15,1% para os animais que receberam a ração extrusada seca e 22,4% para os que foram alimentados com rações extrusadas úmidas. Estes valores foram superiores quando comparados aos animais alimentados com ração farelada ( $269,8 \pm 85,2$  g – ração extrusada seca;  $287,0 \pm 77,8$  g – ração extrusada úmida e  $234,5 \pm 108,5$  g – ração farelada). Os autores não verificaram diferenças no processamento sobre o desempenho. Entretanto, em todas as fases estudadas houve uma tendência de maior consumo da ração extrusada úmida em relação aos demais tratamentos.

Na tentativa de aumentar o consumo de alimentos de suínos na fase de creche, DIAZ (2003) avaliou o desempenho de leitões que receberam dietas com flavorizantes durante pré-desmame, em comparação com um grupo sem flavorizantes na dieta. Os resultados mostraram que os leitões que não receberam os aditivos consumiram menos e os animais com acesso aos flavorizantes na dieta ganharam mais peso. Na busca por melhores ganhos de peso de leitões desmamados, GUZMAN (2007) relatou que a inclusão de 2% e 4% de chocolate na dieta de leitões contribuiu para maiores GP, quando comparados a animais do tratamento com 0% de chocolate. O melhor desempenho encontrado para animais de 25-46 dias foi de inclusão de 4% de chocolate na dieta, que resultou em 267,49 g/dia para GP; 293,68 g/dia para CR e 1,10 para CA.

Dessa maneira, objetivou-se realizar a avaliação de desempenho e de custos de rações fareladas e extrusadas com ou sem adição de aditivos flavorizantes para leitões na fase de creche.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Experimento de Desempenho

O experimento de desempenho iniciou-se no dia 06 de abril de 2009 e foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Goiás.

### **2.1.1 Delineamento experimental e número de animais**

O experimento consistiu-se na avaliação do desempenho dos animais. Para tanto, foram utilizados 48 animais híbridos comerciais, sendo 24 machos castrados e 24 fêmeas, com peso inicial médio de  $13,4 \pm 1,7$  kg, com aproximadamente 35 dias de vida, distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, baseado no peso e sexo dos animais, com quatro tratamentos e seis blocos, no total de 24 unidades experimentais.

Cada unidade experimental foi composta por dois animais, que foram alojados em baias suspensas com  $2m^2$ , com piso plástico vazado e comedouros tipo calha de cano PVC, com duas bocas e bebedouros automáticos tipo chupeta. O consumo de ração e água foi à vontade, no entanto, toda a ração ofertada foi pesada e devidamente registrada em fichas de controle.

### **2.1.2 Tratamentos e composição das rações**

Os tratamentos experimentais constituíram-se de quatro rações sendo: T1 - ração referência farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos flavorizantes com composição nutricional e centesimal idêntica à ração do T1; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes (palatabilizante à base de sacarina e aroma de baunilha e coco) e T4 - ração extrusada com palatabilizante à base de sacarina e aroma de baunilha e coco e a adição de 5% de umidade.

As rações experimentais foram formuladas para atender às exigências de leitões na fase de creche com alto desempenho, conforme as tabelas brasileiras de composição de alimentos e exigências nutricionais para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2005). A composição centesimal, química e energética das dietas experimentais foi determinada segundo a metodologia de SILVA & QUEIROZ (2002) estando dispostas na Tabela 5.

TABELA 5 - Composição centesimal, composição química e energética das dietas experimentais

Ingredientes	R\$ ingred./kg	Composição centesimal %			
		T1	T2	T3	T4*
Milho	0,263	61,295	61,055	61,015	59,455
Farelo de soja 46%	0,730	24,700	24,700	24,700	24,700
Farinha de vísceras	1,250	6,300	6,300	6,300	6,300
Far. Carne suína	0,704	3,300	3,300	3,300	3,300
Sal branco comum	0,245	0,500	0,500	0,500	0,500
Dl-metionina	3,65	0,015	0,015	0,015	0,015
L-lisina	12,33	0,190	0,190	0,190	0,190
Antioxidante <sup>1</sup>	13,180	0,100	0,100	0,100	0,100
Mistura Mineral e Vitamínica <sup>2</sup>	11,248	0,600	0,600	0,600	0,600
Óleo de frango	1,940	2,000	2,000	2,000	2,000
Levedura de cana	0,900	1,000	1,000	1,000	1,000
Antifungico <sup>3</sup>	6,645	-	0,240	0,240	0,300
Flavorizantes <sup>4</sup>	100,00	-	-	0,020	0,020
Ácido orgânico <sup>5</sup>	7,838	-	-	-	1,200
Conservante <sup>6</sup>	16,380	-	-	-	0,300
<b>TOTAL</b>		100	100	100	100
Composição química e energética					
Exigências		Tratamentos			
PB%		21,46			
EM kcal/g		3231,3			
MS%		90,0			
EE %		3,92			
Met%		0,33			
Cis%		0,29			
Lisina%		1,15			
Ca%		0,73			
P Total%		0,65			

Aditivos: Petox plus dry<sup>1</sup>; Myco curb líquido<sup>3</sup>; Bigarol Cremaron (aromatizante – aroma de baunilha e coco) e Piggy Sweet (palatabilizante - edulcorante sacarina)<sup>4</sup>; Ácidos lático<sup>5</sup>; Sorbato de potássio<sup>6</sup>

<sup>2</sup> Premix suíno 415y: conteúdo por kg de ração: Vitamina A, 10.000 UI; Vitamina D3, 2.000 UI; Vitamina E, 25 UI; Vitamina K3, 2 mg; Vitamina B1, 2 mg; Vitamina B2, 6 mg; Vitamina B6, 3 mg; Vitamina B12, 30 mcg; Ácido Nicotínico, 30 mg; Ácido Pantotênico, 12 mg; Biotina, 0,1 mg; Ácido Fólico, 1 mg; Selênio, 0,3 mg; Colina, 150 mg; Lisina, 1.170 mg; Promotor de crescimento, 50 mg; Antioxidante, 100 mg; Iodo, 1,5 mg; Cobalto, 1 mg; Cobre, 175 mg; Zinco, 100 mg; Ferro, 100 mg; Manganês, 40 mg.

\* Tratamentos: T1 - ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

### **2.1.3 Variáveis de desempenho, período experimental e análise estatística**

As variáveis de desempenho consideradas foram: ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, determinadas mediante pesagens semanais dos animais, bem como pesagem diária das rações fornecidas e das sobras e desperdícios. O experimento encerrou-se quando os animais do bloco alcançaram  $31 \pm 1,82$  kg de peso, o que ocorreu com aproximadamente 28 dias, com o fim do experimento no dia 05 de maio de 2009.

Os dados coletados no ensaio de desempenho foram submetidos à análise de variância e as médias dos blocos submetidas ao Teste de t de Student. Para as devidas análises, utilizou-se o programa computacional SAS (2000). A equação adotada:  $Y = \mu + S_i + T_j + e_{ijk}$

Em que:

$\mu$  = média geral

$S_i$  = efeito do bloco ( $i= 1$  e  $2$ )

$T_j$  = efeito do tratamento ( $j= 1,2,3$  e  $4$ )

$E_{ijk}$  = erro experimental ( $k= 1, \dots, 6$ )

### **2.2.4 Registro de temperatura e umidade**

O controle da temperatura ambiente foi realizado com manejo de cortinas durante o experimento. A média de temperatura mínima foi de 23,4°C e máxima de 28,6°C, com umidade mínima de 74,2% e máxima de 86,5%, monitorados com a leitura diária do termo-higrômetro digital instalado no galpão, na altura dos animais, para caracterização do ambiente térmico em que estes foram mantidos.

## **2.2 Viabilidade econômica**

Para a análise econômica foi seguida a metodologia de BELLAVER et al. (1985) e SILVA et al. (2003), que consideraram o custo operacional parcial (COP), definido como o valor gasto com ração e animais e a receita bruta (RB) atribuída à venda dos animais por peso vivo (PV) no local da produção.

A ração foi cotada a R\$ R\$ 0,601/kg; 0,616/kg; 0,636/kg e 0,779/kg /kg, sendo estes valores referentes aos tratamentos T1; T2; T3 e T4, respectivamente, com acréscimo de R\$ 0,05 para os tratamento T1 e de R\$ 0,14 para os tratamentos T2, T3 e T4, referentes ao processo de fabricação e extrusão, ou seja, gastos com o custo de produção/kg da ração. Os suínos na fase de creche foram adquiridos a R\$ 7,00 por kg de peso. O preço de venda por kg de leitões foi de R\$ 4,80, de acordo como o preço estabelecido pela Associação de Produtores de Suínos, baseado na % de PV. O preço por kg dos insumos utilizados na determinação dos custos foram coletados na região de Jaciara – MT (Tabela 5), em fevereiro/2009. Foram calculados as seguintes variáveis econômicas:

$$\text{COP} = (\text{QR} \times \text{PR}) + (\text{NA} \times \text{PA})$$

Em que:

COP = custo operacional parcial;

QR = quantidade média de ração/tratamento;

PR = preço do kg da ração;

NA = número leitões/tratamento;

PA = preço dos leitões.

$$\text{RB} = \text{PL} \times \text{CL} \text{ e } \text{RLP} = \text{RB} - \text{COP};$$

Em que:

RB = receita bruta;

PL = peso dos leitões (kg);

CL = custo R\$/kg de leitões;

RLP = receita líquida parcial.

$$Y_i = Q_i \times P_i / G_i \text{ e } IC = (CT_{ei} / MC_e) \times 100$$

Em que:

$Y_i$  = custo médio em ração por kg ganho no i-ésimo tratamento;

$Q_i$  = preço médio por kg da ração utilizada no i-ésimo tratamento;

$P_i$  = quantidade média da ração consumida no i-ésimo tratamento;

$G_i$  = ganho médio de peso do i-ésimo tratamento;

IC = índice de custo;

$CT_{ei}$  = custo médio do tratamento  $i$  considerado; e

$MC_e$  = menor custo médio em ração, por quilograma de PV, observado entre os tratamentos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias obtidas por meio da análise de variância para peso inicial (PI), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT), consumo de ração diário (CRD), consumo de ração total (CRT), conversão alimentar (CA) e peso final (PF) de suínos na fase de creche, alimentados com rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes estão apresentadas na Tabela 6.

TABELA 6 - Médias de peso inicial, ganho de peso diário e total, consumo diário e total de ração, conversão alimentar e peso final de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos na fase de creche

Variáveis	Tratamento*				
	T1	T2	T3	T4	CV
Peso inicial (kg)	13.45	13.32	13.68	13.17	13.63
Ganho de peso diário (kg)	0.678	0.736	0.741	0.758	10.87
Ganho de peso total (kg)	16.74	17.98	18.24	18.70	13.13
Cons. diário de ração (kg)	0.993	0.874	0.939	0.992	16.8
Cons. total de ração (kg)	24.48	21.36	22.9	24.44	16.43
Conversão alimentar (kg)	1.57a	1.34b	1.45ab	1.55a	8.64
Peso final (kg)	30.18	31.29	31.91	31.87	5.74

Médias seguidas de letras diferentes (mesma linha) diferem entre si pelo teste de t Student ( $p<0,05$ )

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Não foram observadas diferenças nas variáveis PI, PF, GPD, GPT e CRT nos diferentes tratamentos testados. Não houve diferenças para as variáveis de ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e consumo ração total (CRT) nos diferentes tratamentos. Entretanto, ao quantificar a % GPT dos leitões que receberam rações extrusadas sem e com aditivos flavorizantes foi constatado maior ganho de peso destes em comparação com os animais alimentados com rações fareladas. Essa % GPT foi maior em 7,19% para os animais que receberam ração extrusada sem aditivos; 8,98% para os tratados com rações extrusadas com aditivos flavorizantes e 11,98% para o grupo de animais tratados com rações extrusadas com aditivos flavorizantes e 5% de umidade em relação ao grupo controle que recebiam rações fareladas (FIGURA 1 e 2).

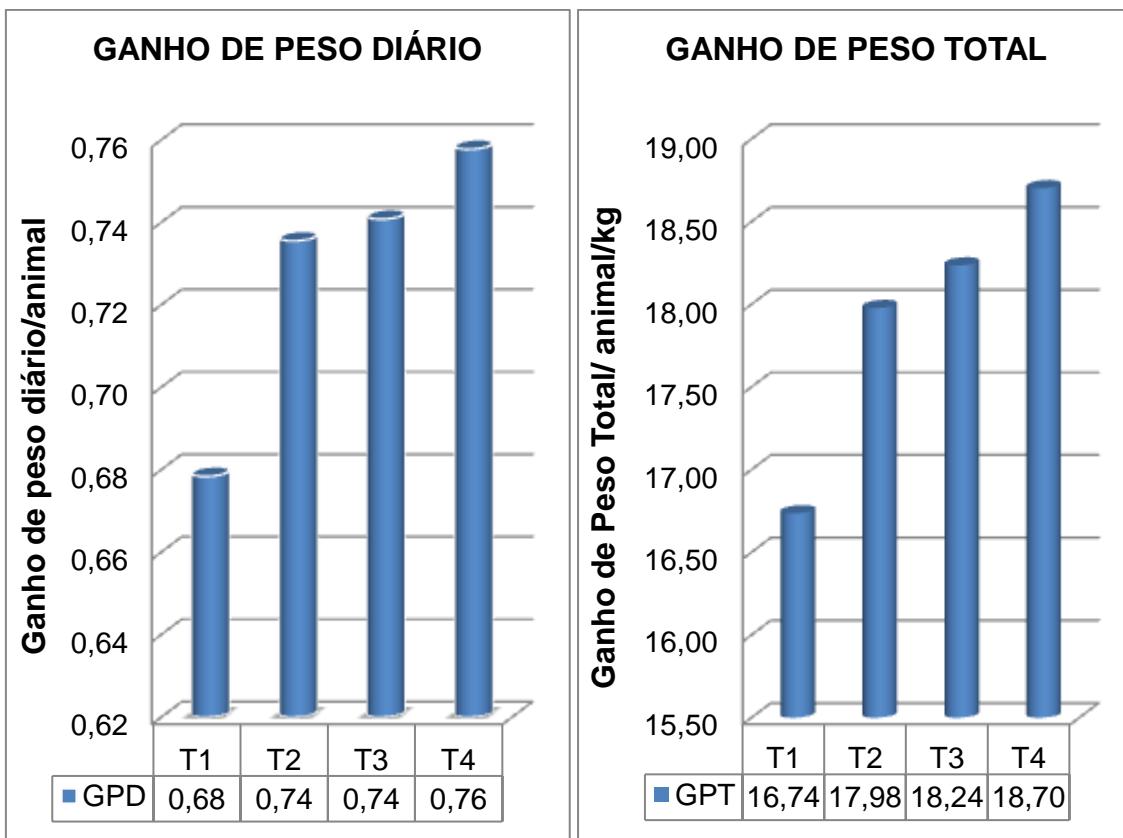


FIGURA 1 e 2 – Ganho de peso diário e total de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Em estudo com rações extrusadas, TEODORO et al. (2008) verificaram maior ganho de peso para os leitões que receberam ração extrusada nas fases I (7 a 21 dias) e II (22 a 28 dias), e que este efeito foi mantido na fase inicial I. Os autores ainda observaram que o GPD dos animais foi de 15,1% para os animais que receberam a ração extrusada seca e 22,4% para os que foram alimentados com ração extrusada úmida. Estes valores foram superiores quando comparados aos animais alimentados com ração farelada ( $269,8 \pm 85,2$  g – ração extrusada seca;  $287,0 \pm 77,8$  g – ração extrusada úmida e  $234,5 \pm 108,5$  g – ração farelada). Os autores não verificaram diferenças no processamento sobre o desempenho, entretanto, em todas as fases estudadas houve uma tendência de maior consumo da ração extrusada úmida em relação aos demais tratamentos.

O consumo de ração total (CRT) foi menor para o tratamento extrusado sem aditivos flavorizantes. Os animais desse tratamento comeram menos e

ganharam o mesmo peso que os animais dos tratamentos T1, T3 e T4. Os valores de CRT dos tratamentos estão apresentados na Figura 3. A % do CRT verdadeira do tratamento extrusado sem aditivo foi menor em 14,61% em relação às rações fareladas (T1); 7,23% a menos que as rações extrusadas com aditivos flavorizantes (T3) e 14,4% menos que os animais tratados com rações extrusadas com aditivos flavorizantes e 5% de umidade (T4). Do mesmo modo, as variáveis CRT aparente e aparente na MS foram menores numericamente para os tratamentos extrusados, uma vez que os animais alimentados com rações extrusadas comeram menos que os animais tratados com rações fareladas.

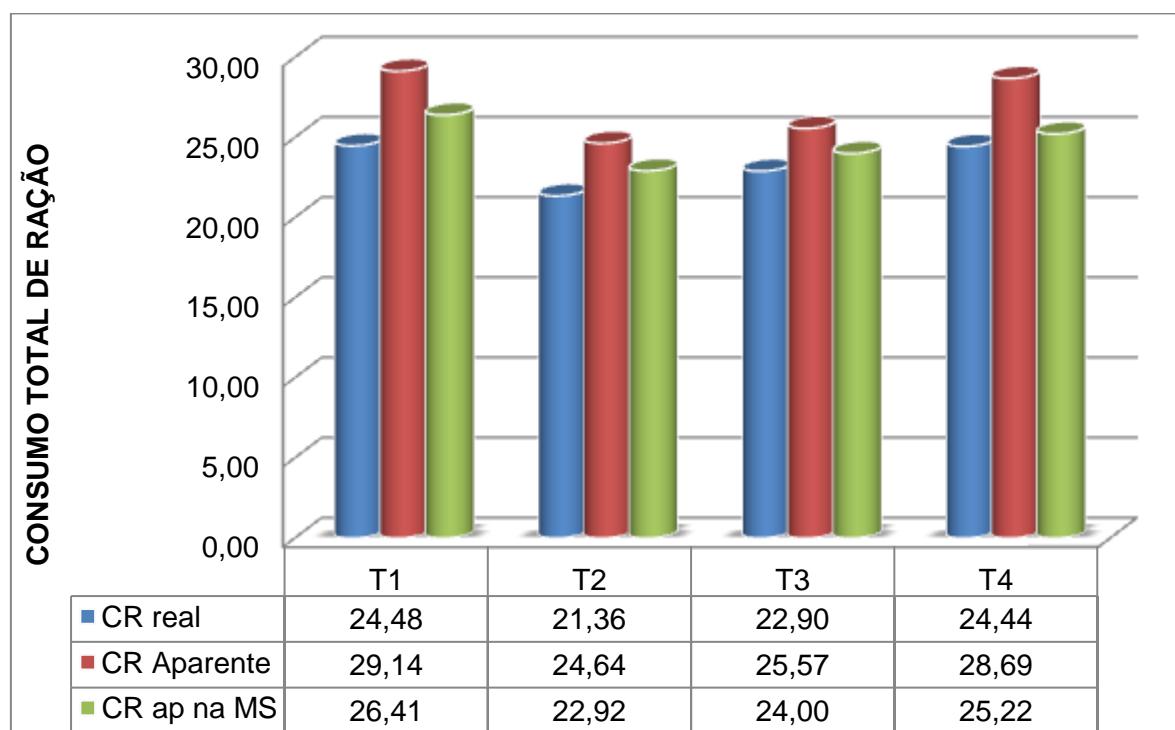


FIGURA 3 – Médias de consumo total de rações de acordo com os tratamentos

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Dessa forma, as rações extrusadas contribuem com maiores GP com menor CR. Embora o ganho e o consumo total desse experimento possam ser pequenos, ao extrapolarmos para o maior número de animais, os ganhos encontrados com rações extrusadas serão mais significativos para a produção de suínos. O ajuste do consumo de ração com base na % de MS é em função do tratamento (T4) que consistia em 5% de umidade, sendo isto necessário para a comparação acurada dos demais tratamentos em relação a este. Já o CR aparente

é relativo às sobras e desperdícios de rações de acordo com os tratamentos, uma vez que, ao tratar os animais em granjas comerciais não se descontam sobras e eventuais desperdícios dos animais, sendo, portanto CA aparente adotado é uma medida mais precisa do consumo de ração com a prática de manejo empregado nas granjas.

Houve diferença estatística para a variável conversão alimentar ( $p<0,05$ ), a qual foi melhor no grupo de animais que receberam ração extrusada sem aditivos (T2). Os resultados demonstram que a forma física e o tipo de processamento da ração interferiram tanto na sua aceitabilidade quanto na sua palatabilidade. O menor consumo diário de ração encontrado para os animais do tratamento T2 contribuiu para menor CA em 1,5; demonstrando que os animais do tratamento extrusado sem aditivos apresentaram a melhor eficiência alimentar. Desse modo, o tratamento T2 apresentou melhor disponibilidade dos nutrientes, provavelmente devido ao processamento térmico da ração durante a extrusão, quando comparado com o tratamento T1 (FIGURA 4).

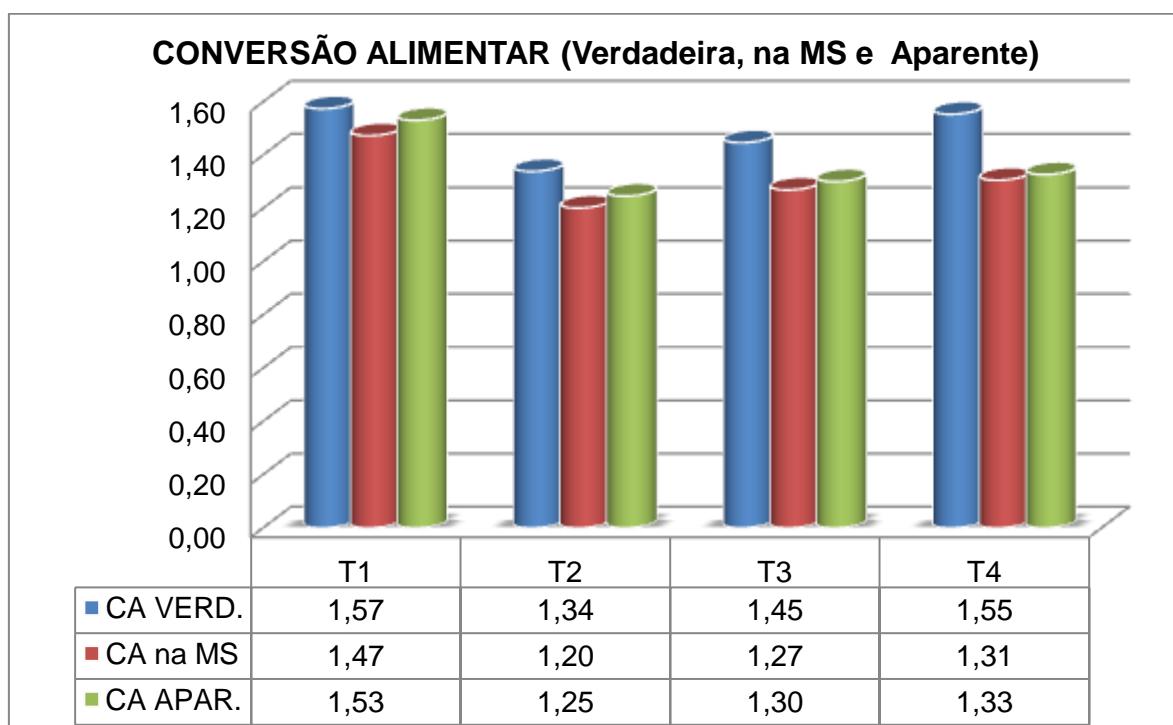


FIGURA 4 – Médias de conversão alimentar (verdadeira, na MS e aparente) de suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas sem e com aditivos flavorizantes.

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Os resultados se assemelharam com os encontrados por MOREIRA et al. (1995) que testaram diferentes formas física da ração e encontraram efeitos significativos sobre a conversão alimentar dos leitões que receberam rações peletizadas em detrimento das rações fareladas. Assim, os processamentos das rações permitem melhores teores de CA. MATEOS et al. (2005) verificaram que a extrusão melhorou a digestibilidade dos nutrientes para leitões de 21 a 35 dias de idade com consumo de 349 g/dia. Os autores relataram que não houve diferença entre a CA da dieta extrusada em relação ao tratamento com a dieta não extrusada, sendo de 1,40 e 1,55, respectivamente. No entanto, nesse experimento a conversão encontrada para rações extrusadas foi menor.

Quanto aos tratamentos T3 e T4 extrusados e com aditivos flavorizantes não houve efeitos positivos sobre as características de desempenho. Dessa maneira, o aroma de baunilha e coco e o edulcorante adicionados nas rações contribuíram para o aumento do consumo em relação ao tratamento T2. Esses resultados diferiram dos encontrados por DIAZ (2003) que verificou melhor desempenho em leitões que receberam dietas com flavorizantes. O autor observou que os flavorizantes presentes nas dietas contribuíram para o maior ganho de peso. Do mesmo modo, GUZMAN (2007) verificou que a inclusão de flavorizantes de chocolate de 2% e 4% contribuiu para maiores GP. Os melhores resultados foram para GP, CR e CA com valores de 267,49 g/dia; 293,68 g/dia e 1,10, respectivamente, quando a inclusão foi de 4% de aditivos flavorizantes na dieta.

Os resultados indicam que o tratamento T4 com maior teor de umidade no grânulo, pH mais ácido, contribuiu para o maior consumo de ração devido à maciez do extrusado que facilitou a apreensão e mastigação do alimento e como consequência favoreceu o ganho de peso, sendo todavia, que a conversão verdadeira foi pior. Entretanto, ao ajustar-se a CA para aparente e na MS, o tratamento apresentou melhor incremento quando comparado ao tratamento farelado. Esse melhor aproveitamento pode ser explicado pelos coeficientes de digestibilidade da proteína e do extrato etéreo, em que o tratamento T4 contribuiu com melhor absorção desses nutrientes. Dessa forma, a deposição de água no interior do extrusado tornou-o mais macio, o que ajudou o consumo. A melhoria da CA se deu em razão do menor desperdício das rações extrusadas com

aditivos flavorizantes e 5% de água. Portanto, o uso de rações extrusadas com aditivos flavorizantes e 5% de umidade é viável para suínos na fase de creche.

São escassos os trabalhos sobre rações extrusadas para leitões na fase de creche e o emprego de flavorizantes. Isto torna imprescindíveis mais estudos com a finalidade de estabelecer os parâmetros de extrusão e os efeitos dessas rações processadas sobre as características de desempenho, bem como se a utilização ou não de aditivos favorece o CR e consequentemente o GP.

Os custos médios para quantidade e valor da ração, quantidade e valor dos leitões, ganhos de peso total dos leitões (PTL), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC) obtidos para os tratamentos com rações fareladas ou extrusadas, com ou sem aditivos flavorizantes, para leitões na fase de creche, encontram-se na Tabela 5. Os custos médios com rações/kg de PV foram de R\$ 0,49; 0,39; 0,43 e 0,59; consequentemente o IC foi de 123,4%; 100%; 108,1% e 147,2% para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 respectivamente (Tabela 7).

TABELA 7 - Dados médios para quantidade e valor de ração e leitões, por ganho de peso total dos leitões (PTL), receita bruta (RB), custo operacional parcial (COP), receita líquida parcial (RLP) e incidência de custos (IC), obtidos para os tratamentos com rações fareladas ou extrusadas com ou sem flavorizante para leitões na fase de creche

Variáveis	Tratamentos*			
	T1	T2	T3	T4
Quant. De ração (kg)	324,3	275,5	292,7	333,6
R\$/kg ração	0,601	0,616	0,636	0,779
R\$/kg ração	194,9	169,71	186,16	259,87
Quant. Animal/trat.	12	12	12	12
R\$/animais Total	84	84	84	84
PTL (kg)	401,66	431,46	437,66	448,86
RB (R\$)	1927,97	2071,01	2100,77	2154,53
COP (R\$)	278,9	253,71	270,16	343,87
RLP (R\$)	1649,06	1817,3	1830,61	1810,65
R\$/kg PV	0,49	0,39	0,43	0,59
IC%	123,4	100,0	108,1	147,2

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

É válido ressaltar que os custos com as rações experimentais vão variar de acordo com a região e disponibilidade dos ingredientes. Assim como os

resultados de desempenho foram favoráveis para o tratamento T2, a análise econômica seguiu a mesma tendência. Portanto, a ração extrusada sem aditivos apresentou o menor custo de ração por kg de peso vivo. Dessa forma, as rações extrusadas constituem-se numa alternativa viável em relação às rações fareladas complexas, por apresentarem menor desperdício, melhor digestibilidade e menores custos (FIGURA 5) e também quando comparadas aos tratamentos T3 e T4, em razão do alto custo com os aditivos.

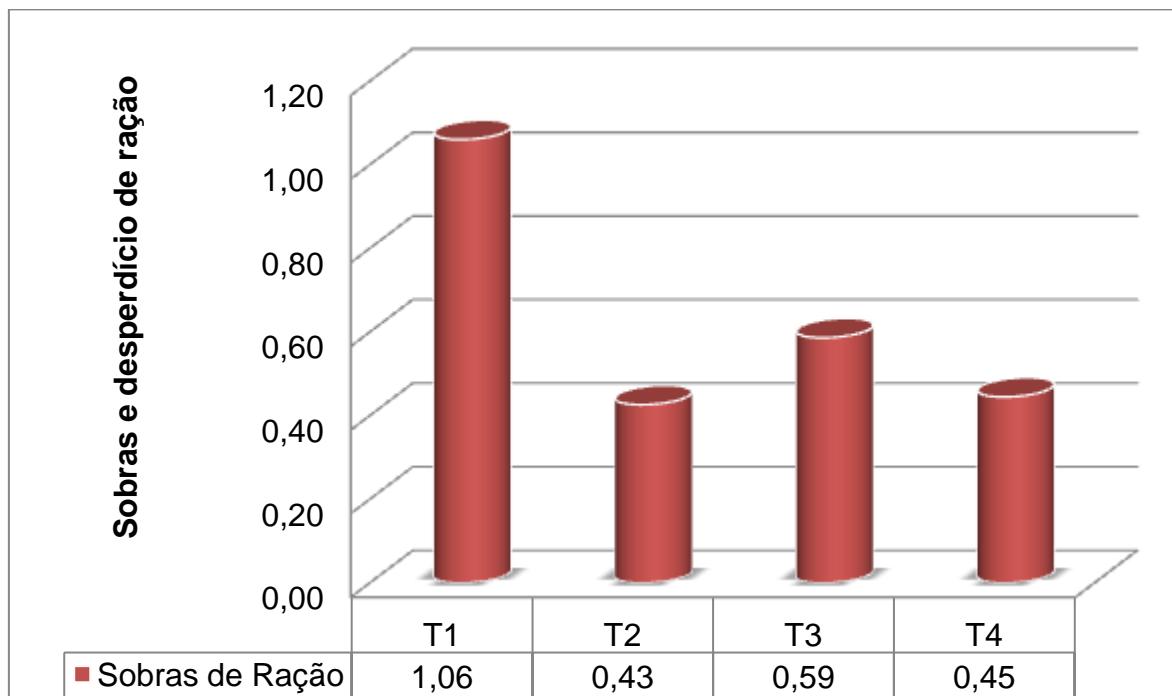


FIGURA 5 – Médias de sobras por animal das rações fareladas e extrusadas dos suínos na fase de creche alimentados com rações fareladas e extrusadas sem e com aditivos flavorizantes.

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

Observou-se que, embora não significativas, as médias de desperdício de rações dos animais que consumiram rações fareladas foi maior que a dos animais que receberam rações extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes. O menor desperdício verificado foi de 40,56% (T2); 55,66% (T3) e 42,45% (T4), dos tratamentos extrusados, quando comparado com o tratamento farelado (T1). Esse fato pode ser explicado pelo ato de fuçar dos leitões, brincando com as rações e retirando-as dos cochos. Além disso, os animais que receberam o tratamento T1 expeliam com a mastigação parte da ração farelada, assim como restos de ração ficavam impregnados nos focinhos. Os dados de somatório de desperdício das

rações experimentais estão na Figura 6. A figura demonstra que a forma farelada de fornecimento da ração contribuiu para um maior desperdício quando comparado com a forma extrusada.

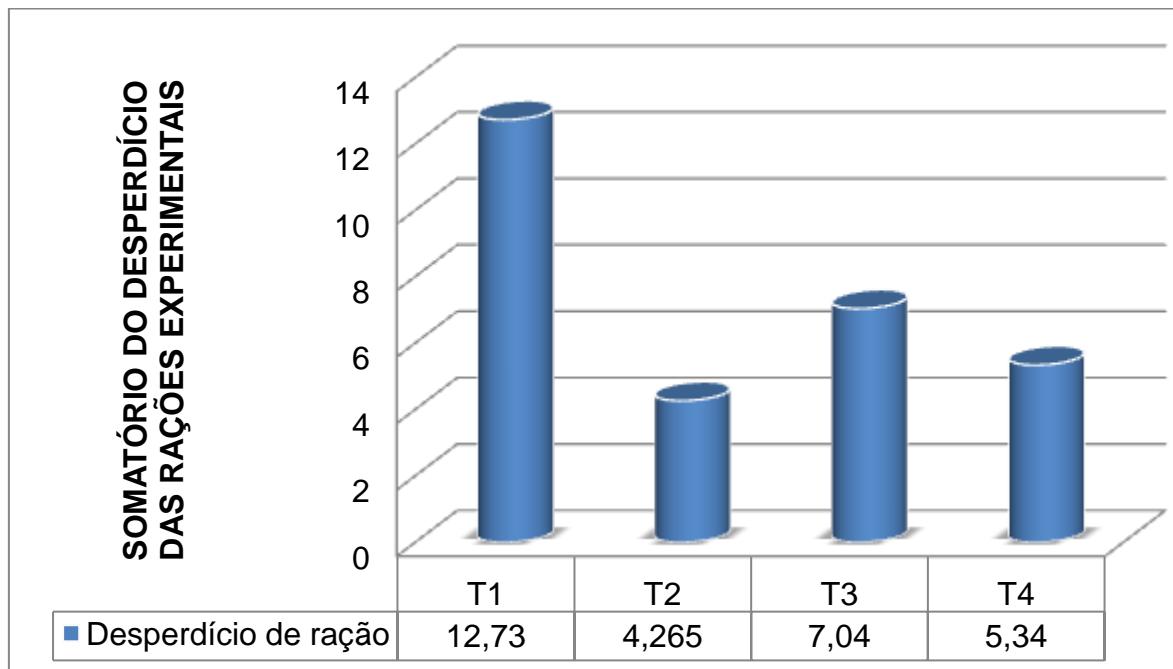


FIGURA 6 – Somatório do desperdício de rações fareladas e extrusadas com ou sem aditivos flavorizantes

\* Tratamentos: T1 – ração farelada sem aditivos flavorizantes; T2 - ração extrusada sem aditivos; T3 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e T4 - ração extrusada com aditivos flavorizantes e umidade.

MOREIRA et al. (1994) relataram a importância da forma física da ração, visando à redução da pulverulência, pois as rações fareladas com granulometria muito fina formam uma placa pegajosa na boca dos leitões, que na maioria dos casos é expelida devido ao desconforto causado, o que contribui com a redução do consumo e resulta em maior desperdício. Portanto, com a extrusão temos a formação de extrusados que podem ser ajustados de acordo com a fase do animal. Esse tipo de fornecimento de ração contribui para a melhor apreensão e redução de pó, diminuição da incidência de doenças respiratórias e facilitação da deglutição, podendo diminuir a ocorrência de úlceras gástricas.

Os resultados dessa pesquisa colaboraram para o melhor desempenho de leitões na fase de creche, uma vez que o fornecimento de dietas mais simples, apenas à base de milho e farelo de soja não atende às exigências energéticas e protéicas dos leitões. Portanto, os tratamentos extrusados contribuíram positivamente sobre as características de desempenho. Assim, para a obtenção de

lucros é necessário a combinação adequada de ingredientes, formas de processamentos e dietas balanceadas para que as exigências nutricionais específicas para cada fase de produção sejam atendidas e os retornos líquidos com a produção sejam alcançados.

#### 4 CONCLUSÃO

O uso de ração extrusada sem aditivos para leitões na fase de creche proporcionou melhores resultados de consumo de ração, conversão alimentar e menor custo/kg de peso produzido quando comparado com ração farelada.

Rações extrusadas, com ou sem aditivos flavorizantes, resultam em menor desperdício em relação à alimentação farelada.

#### 5 REFERÊNCIAS

1. BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F S. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
2. BERTOL, T. M. Alimentação dos leitões na Creche de acordo com a idade de desmame. **Embrapa Suínos e Aves**. n.13. Comunicado técnico. 1999. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/itsu013.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/itsu013.pdf). Acesso em: 12.08.2009.
3. DIAZ, W. **Uso de flavorizantes en dietas preiniciadoras y de recría para lechones destetados precozmente**. 2003. 95 f. Tesis (Doutorado en Zootecnista). Universidad Nacional Agraria de La Selva. Tingo María.
4. GUZMAN, F. **Uso de la pasta de cacao como flavorizante en la alimentación de lechones en la fase de lactación y recría [online]**. 2007. 42f. Tesis (Doutorado em Zootecnista). Universidad Nacional Agraria de La Selva. Tingo María. Disponível em: [http://www.alpa.org.vet/PDF/Arch%20115%20Supl/s\\_cerdos.pdf](http://www.alpa.org.vet/PDF/Arch%20115%20Supl/s_cerdos.pdf)
5. MATEOS, G. G.; VALENCIA, D. G.; PIQUERAS, B. V.. **Influencia del procesado de ingredientes y piensos terminados sobre la productividad en monogastricos [online]**. 1.ed., Madrid: XXI CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA. 2005. Disponível em:[http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/05CAP\\_XII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/05CAP_XII.pdf). Acesso em: 15.04.2009.

6. MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; TAFURI, M. L.; COSTA, P. M. A. . Uso de milho processado a calor na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.3, p. 412-421, 1994.
7. MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; TAFURI, M. L. Uso de ração farelada ou peletizada quando se utiliza milho pré-cozido na alimentação de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.1, p.100-107, 1995.
8. ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZALE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**: Composição de alimentos e exigências nutricionais. 2., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 2005. 141 p.
9. SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistical analysis system**, Release 8.0. Cary, 2000. 544 p.
10. SILVA, D. J.: QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed., Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165 p.
11. SILVA, P. C.; KRONKA, S. N.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; SILVA-JUNIOR, R. P.; SOUZA, V. L. Avaliação econômica da produção de tilápia (*Oreochromis niloticus*) em sistema “raceway”. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.9-13, 2003.
12. TEODORO, S. M.; BERTO, D. A.; PADOVANI, C. R.; CHAVES, M. A.; PANIZZA, J. C. Lactentes e desmamados alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v.57, n.220, p.549-552, 2008.
13. TORRES, A. A. A. **Evaluación productiva y económica de la extrusión de maíz y soya en la alimentación de lechones de 28 a 42 días de edad** [online]. 2006. 19f. Grado Académico de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo - Carrera de Ciencia y producción Agropecuaria, Zamorano. Disponível em: [zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis\\_infolib/2006/T2203.pdf](http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2006/T2203.pdf). Acesso em: 12.02.2009.

## CAPÍTULO 4 CONSIDERAÇÃO FINAIS

O custo de produção na suinocultura é relativamente alto, o que gera a preocupação constante, tanto de produtores como de pesquisadores, de buscar alternativas que reduzam esses custos.

Diversos ingredientes e subprodutos podem ser submetidos a extrusão, tais como o milho e o farelo de soja. Quando as rações são extrusadas tem-se melhorias na absorção dos nutrientes pelos animais.

O fornecimento de rações extrusadas para leitões constitui-se como alternativa por diversas vantagens, tais como: melhor palatabilidade do alimento; aumento da energia metabolizável; do valor energético; intensificação da digestibilidade; aumento das características ligantes da mistura, devido à alta gelatinização do amido; desnaturação das proteínas com exposição de novos sítios enzimáticos; redução da presença de pó e das perdas; eliminação de microrganismos patogênicos como: bactérias e fungos, contribuindo com menor propagação de doenças via ração; incremento do desempenho dos suínos, com a melhoria das condições de aceitabilidade e palatabilidade; redução do poder poluente dos dejetos dos suínos, mediante o melhor aproveitamento dos nutrientes das rações.

Soma-se às vantagens mencionadas acima, a melhor aceitação de rações extrusadas por parte dos leitões em fase de creche, em detrimento das fareladas. Quanto à dureza do extrusado pode-se afirmar maior preferência dos animais por extrusados macios devido à umidade, em relação a extrusados mais crocantes. Não houve influência dos aromas de baunilha e coco e do palatabilizante edulcorante sobre o consumo ou preferência das rações.

O custo com o equipamento para extrusão é alto, o que inviabilizou o uso dessa técnica na produção de rações. Porém, o produtor de suínos (independente), poderá tratar os animais com rações extrusadas ao adquiri-las já prontas direto das fábricas, que podem ser bem balanceadas e apresentar os requerimentos nutricionais necessários aos animais. Já para as associações, as cooperativas de produtores e a integração, a aquisição de extrusoras é mais

viável, possibilitando obter os benefícios da extrusão a pequeno, médio e longo prazos.

O repasse de tais conhecimentos aos produtores pode ser uma barreira, quanto à aceitação dos benefícios e ganhos com o fornecimento de rações extrusadas para suínos, uma vez que os conhecimentos científicos gerados demoram demasiadamente para serem repassados aos produtores e, por questões culturais, nem sempre são aceitos satisfatoriamente. No entanto, o mesmo ocorreu com outras formas físicas de rações, como no caso da peletização, que era tida como inviável e hoje é um processo praticado nas granjas de suínos e aves.

São escassos os trabalhos com rações extrusadas para leitões, portanto são imprescindíveis novos estudos a fim de estabelecer os parâmetros de extrusão, como também os efeitos das rações processadas sob as características de desempenho e digestibilidade nas diversas fases da creche, bem como o seu efeito sobre as fases seguintes.