

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

TATIANA CAROLINA GOMES DUTRA DE SOUZA

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E FECAL DE DIETAS COM DIFERENTES
INCLUSÕES DE ACIDIFICANTE PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

CURITIBA

2015

TATIANA CAROLINA GOMES DUTRA DE SOUZA

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E FECAL DE DIETAS COM DIFERENTES
INCLUSÕES DE ACIDIFICANTE PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Nutrição e Alimentação Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

**Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck
Warpechowski**

Co-orientador: Dra. Ana Rosalia Mendes

CURITIBA

2015

S731 Souza, Tatiana Carolina Gomes Dutra de.
Digestibilidade ileal e fecal de dietas com diferentes inclusões
de acidificante para leitões na fase de creche. / Tatiana Carolina
Gomes Dutra de Souza. – Curitiba : 2015.
73 f. il.

Orientador: Marson Bruck Warpechowski.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias.

1. Suíno – Alimentação e rações. 2. Dieta em veterinária.
3. Nutrição animal. I. Warpechowski, Marson Bruck. II. Universidade
Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU 636.4.084

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

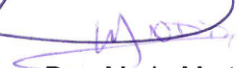


PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“DIGESTIBILIDADE ILEAL E FECAL DE DIETAS COM DIFERENTES INCLUSÕES DE ACIDIFICANTE PARA LEITÕES NA FASE DE CRECHE”** apresentada pela Mestranda **TATIANA CAROLINA GOMES DUTRA DE SOUZA** declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata APROVADA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 27 de março de 2015


Professor Dr. Marson Bruck Warpechowski
Presidente/Orientador


Professora Dra. Maria Marta Loddi
Membro


Professor Dr. Antonio João Scancolera
Membro

CURITIBA

2015

“Mas aqueles que esperam no Senhor renovam as suas forças. Voam alto como águias; correm e não ficam exaustos, andam e não se cansam”

Is 40:29-31

“Que os nossos esforços desafiem as impossibilidades. Lembrai-vos de que as grandes proezas da história foram conquistadas daquilo que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

*Aos meus
pais,
Olívia(in
memorian)
e Geraldo.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem a Graça Dele, nada teria feito sentido até aqui.

Ao Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski, pela oportunidade e orientação.

Aos professores Doutores Antonio João Scandolera e Alex Maiorka pelo auxílio e importante colaboração durante a minha qualificação de Mestrado.

À Zootecnista MSc. Joseane Cristina Costa Rego e ao doutorando Zootecnista MSc. Prof. Juahil Martins de Oliveira Jr., por sempre estarem disponíveis na condução do projeto.

À Médica Veterinária Dra. Ana Rosália Mendes, pelo ensinamento, pelas correções e sugestões durante a estatística e escrita da dissertação, pela amizade e por não me deixar desanimar nos momentos difíceis.

À Zootecnista Dra. Márcia de Souza Vieira pelo auxílio durante a escrita da dissertação.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal (LNA), Hair, Aldo e Cleusa, pela paciência e auxílio nas análises bromatológicas do experimento.

À estudante do curso de Zootecnia Mayhuri pela ajuda com as análises laboratoriais.

À médica veterinária e MSc Emanuella Pierozan, minha irmã de coração, pelo carinho, acolhimento, orações e amizade.

Aos colegas e amigos do LabSisZoot que se dedicaram na execução do experimento e sempre estiveram disponíveis. Em especial à Mel, Tião, Edú, Marina, Pedro e Wagner.

À empresa Sanex Com. e Ind. Veterinária Ltda, pelo financiamento das pesquisas.

Aos amigos e profissionais de campo, Ton Kramer, Joanin Pissaia, Simoni Seron e Edson Benke pela amizade, ensinamentos, orações e por cuidarem de mim nos momentos difíceis.

Ao meu pai e grande amigo, Geraldo, pelo amor, ensinamentos e por nunca medir esforços em me ajudar.

Ao eterno namorado Emiliano e meu irmão Vladimir, pelo amor, incentivo e por me ajudarem na caminhada.

OBRIGADA A TODOS VOCÊS!

RESUMO

A dissertação baseia-se em um trabalho experimental com o objetivo de avaliar o uso de zero, 0,4% e 0,8% de uma mistura comercial de ácidos parcialmente protegida com gordura saturada (NeoAcid PIG®), sobre a digestibilidade ileal (CDI) e fecal (CDF) em leitões desmamados alimentados com dois tipos de dietas, simples (farinha de carne) e complexa (concentrado de proteína de soja, plasma sanguíneo e leite em pó desnatado). O Capítulo 1 apresenta uma revisão sobre o funcionamento do trato gastrointestinal e a utilização de acidificante na dieta de leitões no pós-desmame. No Capítulo 2 avaliou-se o efeito do acidificante sobre a digestibilidade ileal das frações do alimento, com uso de indicador e abate para colheita de amostra, enquanto que no Capítulo 3 avaliou-se o efeito das dietas acidificadas sobre a digestibilidade fecal, pelo método da colheita total. Foram utilizados 48 leitões machos castrados LWLD. O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, com seis dietas (tratamentos), e oito unidades experimentais (animais) por dieta distribuídos em dois períodos experimentais (repetição no tempo, Bloco). Os pesos médios iniciais dos animais foram $7,06 \pm 0,76$ kg e $7,40 \pm 0,69$ kg para cada período, respectivamente. Foi usada ANOVA com arranjo fatorial e contrastes ortogonais linear e quadrático, seguida de regressão polinomial. O efeito da inclusão do acidificante foi diferente para cada dieta ($P < 0,01$). Para a dieta complexa, a adição de acidificante aumentou de forma quadrática-platô a digestibilidade da proteína bruta ($P < 0,01$), sem efeito significativo sobre nenhuma das outras frações alimentares estudadas ($P > 0,12$). Para a dieta simples, houve diminuição linear ($P < 0,01$, $R^2 > 0,80$) nos CDI e CDF da matéria seca, energia bruta e matéria orgânica. Nessa dieta o efeito foi quadrático negativo sobre os CDI e CDF da proteína bruta ($P < 0,01$), enquanto que o efeito para CDI e CDF do resíduo mineral foi inverso, positivo quadrático desacelerado ($P < 0,01$), com as maiores médias com o nível de 0,8% de acidificante (67,77 e 73,36%, respectivamente). O mesmo comportamento ($P < 0,01$) foi observado para os CDF do cálcio e do fósforo, com as maiores médias no nível mais alto de acidificante (75,85; 76,96%, respectivamente). Também houve efeito quadrático ($P < 0,01$) sobre CDF da fibra bruta, da fibra detergente ácido e fibra detergente neutro para a dieta simples, mas com as maiores médias no nível intermediário de acidificante (61,56, 63,56 e 63,59%, respectivamente). Os efeitos da inclusão de acidificante foram diferentes de acordo com a dieta utilizada e a fração nutricional considerada.

PALAVRAS-CHAVE: acidificantes, proteína láctea, taxa linear de tamponamento, suínos.

ABSTRACT

The dissertation is based on an experimental study in order to evaluate the use of zero, 0.4% and 0.8% of a commercial mixture of acids partially protected with saturated fat (NeoAcid PIG®), on the ileal digestibility (IDC) and faecal (FDC) in piglets fed diets with two types of simple (meat) and complex (soy protein concentrate, plasma and skimmed milk powder). Chapter 1 presents an overview of the functioning of the gastrointestinal tract and the use of acid in the diet of pigs in the post-weaning. In Chapter 2 was evaluated the effect of acidifying on the ileal digestibility of feed fractions, using indicator and the slaughter-technic for digest sampling, while in Chapter 3 evaluated the effect of acidified diets on faecal digestibility, using the total collection technic. Forty-eight weaned male LDLW piglets were used. The Randomized Bloc Design was used, with six diets (treatments), and eight experimental units (piglets) by diet, distributed in two experimental periods (Blocs). The average initial weights of the animals were 7.06 ± 0.76 kg and 7.40 ± 0.69 kg for each period, respectively. ANOVA was used with factorial arrangement and orthogonal linear and quadratic contrasts, followed by polynomial regression. The effect of adding the acidifier is different for each diet ($P < 0.01$). For complex diet, adding acidifying increased in a quadratic-plateau form the digestibility of crude protein ($P < 0.01$), with no significant effect on any of the other studied food fractions ($P > 0.12$). For simple diet, there was a linear decrease ($P < 0.01$, $R^2 > 0.80$) in CDI and CDF of dry matter, crude energy and organic matter. In this diet quadratic effect was observed on the negative CDI and CDF crude protein ($P < 0.01$), while the effect to the CDI and CDF mineral residue reverse, decelerated positive quadratic ($P < 0.01$), with the highest average at the highest level of acidifying (67.77 and 73.36%, respectively). The same behavior ($P < 0.01$) was observed for calcium and phosphorus CDF, with the highest average at the highest level of acidifying (75.85; 76.96%, respectively). There was also a quadratic effect ($P < 0.01$) on the CDF crude fiber, acid detergent fiber and neutral detergent fiber for the simple diet, but with the highest average in the intermediate level of acidifying (61.56, 63.56 and 63.59%, respectively). The effects of adding acidifying were different according to the nutritional diet used and fraction considered.

KEY WORDS: acidifying, milk protein, linear buffering rate, piglets.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL DA MATÉRIA SECA, MATÉRIA ORGÂNICA, ENERGIA BRUTA E RESÍDUO MINERAL PARA A DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.....	39
FIGURA 2 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL DA PROTEÍNA BRUTA PARA AS DIETAS SIMPLES E COMPLEXA EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.	41
FIGURA 3 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM O COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE FECAL DA MATÉRIA SECA, MATÉRIA ORGÂNICA E ENERGIA BRUTA PARA A DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.....	59
FIGURA 4 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DA PROTEÍNA BRUTA PARA AS DIETAS SIMPLES E COMPLEXA EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE	61
FIGURA 5 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE DO RESÍDUO MINERAL, CÁLCIO E FÓSFORO PARA A DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE	62
FIGURA 6 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DA FUBRA DETERGENTE ÁCIDO, FIBRA DETERGENTE NEUTRO E FIBRA BRUTA PARA A DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE	64

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CONSTANTE DE DISSOCIAÇÃO (PKA) DOS ÁCIDOS MAIS UTILIZADOS COMO ACIDIFICANTES.....	17
TABELA 2 – COMPOSIÇÃO PERCENTUAL NA MATÉRIA NATURAL E VALORES ANALISADOS NA MATÉRIA SECA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS SIMPLES E COMPLEXAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE	35
TABELA 3 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL DE DUAS DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDIFICANTE EM LEITÕES DESMAMADOS.....	38
TABELA 4 – COMPOSIÇÃO PERCENTUAL NA MATÉRIA NATURAL E VALORES ANALISADOS NA MATÉRIA SECA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS SIMPLES E COMPLEXAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE	53
TABELA 5 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DE DUAS DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDIFICANTE EM LEITÕES DESMAMADOS.....	55
TABELA 6 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DE DUAS DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDIFICANTE EM LEITÕES DESMAMADOS.....	56
TABELA 7 – MÉDIAS DAS VARIÁVEIS PESO MÉDIO INICIAL (PMIN), PESO MÉDIO FINAL (PMF), GANHO DE PESO DIÁRIO (GPD), CONSUMO DE RAÇÃO (CR) E CONVERSÃO ALIMENTAR (CA) PARA AS DIETAS SIMPLES E COMPLEXA EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

CDI – Coeficiente de digestibilidade ileal

CDF – Coeficiente de digestibilidade fecal

CT – Capacidade tamponante

EE – Extrato etéreo

EM – Energia metabolizável

FB – Fibra bruta

FDA – Fibra em detergente ácido

FDN – Fibra em detergente neutro

HV – UFPR – Hospital Veterinário da Universidade Federal do Paraná

LabSisZoot – Laboratório de Sistematização, Análise e Modelagem em Nutrição Animal da UFPR

LNA – Laboratório de Nutrição Animal da UFPR

LSD – Nível mínimo de significancia do Teste de Fischer

MO – Matéria orgânica

MS – Matéria seca

PB – Proteína bruta

RM – Resíduo mineral

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	12
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA	13
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE LEITÕES NO PÓS-DESMAME	14
1.3 USO DE ACIDIFICANTES NO PÓS-DESMAME EM LEITÕES.....	16
1.3.1 ÁCIDO FÓRMICO	18
1.3.2 ÁCIDO FUMÁRICO	19
1.3.3 ÁCIDO CÍTRICO	19
1.3.4 ÁCIDO BENZÓICO	20
1.3.5 ÁCIDO LÁTICO	20
1.3.6 CAPACIDADE TAMPONANTE DA DIETA.....	21
1.5 REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2 – DIGESTIBILIDADE DE DIETAS ACIDIFICADAS PARA LEITÕES DESMAMADOS	30
2.1 INTRODUÇÃO	32
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	33
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
2.4 CONCLUSÃO.....	42
2.5 REFERÊNCIAS.....	44
CAPÍTULO 3 – DIGESTIBILIDADE ILEAL DE DIETAS ACIDIFICADAS PARA LEITÕES DESMAMADOS	47
3.1 INTRODUÇÃO	49
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	51
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
3.4 CONCLUSÃO.....	65
3.5 REFERÊNCIAS:.....	66
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
APÊNDICE	71
ANEXOS	72

VITA 74

APRESENTAÇÃO

O primeiro capítulo refere-se à revisão bibliográfica que aborda as principais características do sistema digestório de leitões ao desmame e na fase de creche, bem como os tipos de acidificantes mais utilizados na nutrição destes animais.

O segundo e terceiro capítulos referem-se aos ensaios realizados com leitões na fase de creche, com o objetivo principal de avaliar o efeito da adição de uma mistura comercial de ácidos protegidos com gordura sobre os coeficientes de digestibilidade ileal e fecal. Embora a digestibilidade fecal seja observada com grande frequência na literatura, a digestibilidade ileal é essencial para se estimar a quantidade de determinados nutrientes, visto que essa não considera a ação da microbiota do intestino grosso sobre o alimento ingerido.

O quarto capítulo retrata as considerações finais pertinentes ao estudo.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DE LITERATURA

Na maioria das granjas do sistema industrial brasileiro, os leitões têm sido desmamados precocemente, em torno de 21 dias de idade, com objetivo de aumentar a frequência reprodutiva das porcas e aproveitar melhor o potencial de crescimento dos leitões por receberem dieta mais concentrada que o leite materno. Entretanto, os desafios sanitários e/ou nutricionais dos leitões nos primeiros dias pós-desmame são maiores quanto mais se antecipa o desmame (KIL *et al.*, 2011).

As dietas pré-iniciais têm sido alvo de pesquisas por causa de sua relação com a redução da idade ao desmame (MORÉS e AMARAL, 2001; Kil *et al.*, 2011). Nos sistemas de produção de suínos, a mudança de ambiente e a separação da mãe tornam o desmame um momento estressante para os leitões. Outro fator é a troca de dieta dos animais que, quando desmamados, deixam de se alimentar com o leite materno e passam a consumir dietas sólidas contendo ingredientes não lácteos. Normalmente a dieta de desmame é ofertada em pequenas quantidades ao leitão lactente a partir da primeira semana de idade, com a intenção de se estimular a transição da fisiologia do sistema digestório do mesmo, para que, ao desmame, os leitões estejam mais adaptados à dieta.

A substituição do leite da porca por uma dieta sólida deve basear-se em um elevado padrão de qualidade e valor biológico dos ingredientes de forma a garantir uma boa digestibilidade dos nutrientes (MORÉS e AMARAL, 2001; Kil *et al.*, 2011). Os ingredientes protéicos das dietas sólidas utilizadas na nutrição de leitões podem ser de origem animal, como lácteos e plasma, e vegetal, como o farelo de soja. Os diferentes ingredientes presentes na nutrição de leitões possuem capacidade tamponante distinta (BLANK *et al.*, 1999), o que pode interferir no pH gástrico e intestinal. O pH gástrico é importante para a

manutenção do estado sanitário e digestivo dos leitões (GHELER *et al.*, 2009). Ao elevar-se o pH estomacal diminuem-se as atividades proteolítica e bactericida no estômago. Com isso, maior quantidade de proteínas intactas são transferidas para o intestino, associadas a um maior risco de desenvolvimento de microorganismos patogênicos, o que pode resultar na ocorrência de diarreia nessa fase.

O pós-desmame corresponde à uma fase de transição entre as imunidades passiva e ativa, sendo a concentração de IgG no soro baixa, a qual predispõe os leitões à diarreia (MORÉS e AMARAL, 2001; Kil *et al.*, 2011). As complicações do pós-desmame na suinocultura industrial brasileira são comumente amenizadas com a inclusão de aditivos antimicrobianos à ração, os quais propiciam melhora no desempenho dos suínos. No entanto, há muitos anos o seu uso é questionado e até restrito em vários países devido à possibilidade de ocorrer resistência cruzada de bactérias (CHUANHUEN e PADUNGTOD, 2009) e então alternativas ao uso de antimicrobianos, como os acidificantes, têm sido utilizadas e estudadas, ainda com eficiência variável (SURYANARAYANA *et al.*, 2012).

1.2 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DO TRATO GASTROINTESTINAL DE LEITÕES NO PÓS-DESMAME

O leite materno possui baixa quantidade de matéria seca, é altamente digestível, rico em lactose, gordura e caseína e, durante a fase de lactente, os leitões o consomem várias vezes ao dia.

As mudanças na acidez estomacal dos leitões lactentes são mínimas e o pH pode ser mantido em níveis adequados. Isso é assegurado pelas células parietais do estômago que sintetizam o ácido clorídrico (HCl) e, principalmente, pela presença de bactérias produtoras de ácido lático, que usam a lactose

como principal substrato (FONTAINE *et al.*, 1994). Esses mesmos autores relatam que essas bactérias contribuem para a acidificação natural do estômago, o que pode ajudar manter o pH ótimo para a atividade enzimática, além de inibir o crescimento de microorganismos patogênicos.

O desmame está vinculado aos estresses fisiológico e nutricional que ocasionam redução na ingestão de alimento e no ganho de peso (MORÉS e AMARAL, 2001). Desta forma, no pós-desmame, a dieta deve ser relacionada com a secreção enzimática e com o pH estomacal do sistema digestório dos leitões.

O estômago possui função de armazenamento do alimento e de digestão protéica. É o órgão responsável pela produção do ácido clorídrico e do pepsinogênio, precursor da pepsina, a qual promove a digestão parcial das proteínas da dieta (LINDEMANN *et al.*, 1986). De acordo com Roppa (1998), as funções de digestão exercidas pela pepsina só são suficientes quando o pH do estômago atinge valores menores do que dois. É nesse valor de pH que o HCl converte o pepsinogênio em pepsina.

As atividades enzimáticas proteolíticas, gástrica e pancreática, são pequenas antes da terceira semana de idade dos leitões (EFIRD *et al.*, 1982). Essa baixa atividade, deve-se à não liberação de zimógenos no estômago e duodeno que, aliadas à baixa produção de ácido clorídrico, contribui também para a deficiência proteolítica gástrica (LINDEMANN *et al.*, 1986).

Enquanto são lactentes, os leitões ingerem pequena quantidade de leite, várias vezes ao dia, e não necessitam de altas quantidades de HCl, pois esse alimento é bastante digestível. O suco gástrico é constituído principalmente por HCL, pepsina e renina, sendo a atividade da renina alta após o nascimento, a qual é responsável pela coagulação da caseína do leite, quando o leitão é lactente (BACILA, 1980). O colostro da porca possui inibidor da tripsina, que protege as imunoglobulinas da proteólise.

Após o desmame, o leitão possui dificuldade em manter o pH do estômago próximo à dois (EFIRD *et al.*, 1982; ROTH, 2000) e isso compromete a atividade da pepsina. As dietas fornecidas no período pós-desmame possuem ingredientes com capacidade de neutralizar os ácidos dificultando a manutenção do pH estomacal em torno de 2. O pâncreas também contribui para a digestão dos alimentos ingeridos devido à atuação do suco pancreático, o qual possui enzimas que participam da digestão do amido (amilase), das proteínas (tripsina e quimotripsina) e das gorduras (lipase).

A produção do suco pancreático é praticamente constante durante o período de aleitamento, porém diminui ao desmame, devido à queda no consumo de alimento (ROPPA, 1998). Lindemann *et al.* (1986) observaram a diminuição das atividades enzimáticas da amilase, quimiotripsina, tripsina e lipase em leitões na primeira semana após o desmame.

1.3 USO DE ACIDIFICANTES NO PÓS-DESMAME EM LEITÕES

De acordo com Bellaver (2005), o pH do trato gastrointestinal e a capacidade tamponante dos ingredientes da dieta influenciam na quantidade de acidificante adicionada à ração. Desta forma, o uso de misturas de ácidos orgânicos, tende a ser mais eficaz que o seu uso individual (ROCHA, 2006).

A acidificação da dieta pré-inicial melhora o desempenho dos leitões recém desmamados (MEDEIROS *et al.*, 1999). Além da modificação da microbiota intestinal, a ação mais efetiva dos ácidos é a atividade antimicrobiana (TSILOYIANNIS *et al.*, 2001). Acidificantes são ácidos orgânicos ou inorgânicos capazes de reduzir o pH do trato digestivo superior, com o objetivo de facilitar a digestão e diminuir a proliferação de microorganismos indesejáveis no estômago e no intestino (BRASIL, 2004). Sendo que a eficácia

dos ácidos orgânicos é considerada maior que a dos ácidos inorgânicos (SCHONER, 2001).

O termo ácido orgânico refere-se aos ácidos fracos de cadeia curta, com um a sete átomos de carbono na molécula. A forma de ação dos acidificantes depende de características particulares dos mesmos, como a constante de dissociação de íons de hidrogênio (K_a) e sua capacidade tamponante (CT) no trato digestório (ROCHA, 2006).

O pH de uma solução resulta de uma função matemática a qual calcula a quantidade de íons H^+ que estão na solução, sendo medido pela equação $pH = -\log [H^+]$ (VAN SLYKE, 1922). Quanto mais H^+ é disponibilizado no meio, mais ácido esse meio se torna e maior é a sua constante de acidez (k_a). O pKa (tabela 1) é uma grandeza que permite saber a força de um ácido, sendo que quanto menor o seu pKa, maior ionização e mais forte é o ácido (PREVIDELLO *et al.*, 2006). O pKa de um ácido é o logaritmo do inverso do k_a , ou seja, $pKa = \log 1/[k_a]$.

TABELA 1 – CONSTANTE DE DISSOCIAÇÃO (PKA) DOS ÁCIDOS MAIS UTILIZADOS COMO ACIDIFICANTES

ÁCIDO	ACIDEZ pKa¹
Fórmico	3,75
Fumárico	3,03/4,38
Cítrico	3,14/6,40
Benzóico	4,21
Lático	3,88

¹pKa = - log Ka

Fonte: Adaptado de Roth (2000)

Os ácidos orgânicos, em sua forma não dissociada, são capazes de atravessar a membrana celular bacteriana por difusão (PARTANEN e MROZ, 1999; ROTH 2000). Dentro da célula, o ácido irá se dissociar produzindo íons

H⁺ que acidificam o meio intracelular. Conseqüentemente, a célula bacteriana responde eliminando os prótons para manter o pH do citoplasma constante.

Entretanto, com esse mecanismo de resposta ocorre grande perda energética que compromete o crescimento bacteriano e sua funcionalidade normal resultando em sua morte (FREITAS *et al.*, 2006). Desta forma, os ácidos orgânicos contribuem para a manutenção da microbiota benéfica e melhora a integridade intestinal.

Os ácidos orgânicos nas dietas reduzem o pH estomacal e contribuem para a ativação do pepsinogênio em pepsina, conseqüentemente, melhoram a digestibilidade das proteínas e aumentam a atividade de outras enzimas do sistema digestório (SCHONER, 2001).

Segundo Krygierowicz (2010), a utilização de 0,1% de uma mistura contendo ácidos fórmico, fumárico, cítrico, benzóico e láctico melhorou o coeficiente de digestibilidade fecal (CDF) do resíduo mineral em leitões na fase de creche. Foi constatado por Blank *et al.* (1999) que a inclusão de ácido fumárico em dietas com baixa capacidade tamponante (CT) diminuiu o pH da dieta e melhorou os coeficientes de digestibilidade ileal (CDI) da proteína bruta e da energia bruta em leitões na fase de creche, enquanto que, em dietas com alta CT não houve nenhuma relação entre o CDI e o nível de ácido fumárico.

1.3.1 ÁCIDO FÓRMICO

O ácido fórmico (CH₂O₂) é incolor, líquido e apresenta odor pungente. Em sua forma não dissociada é capaz de difundir-se rapidamente pela membrana celular. Possui atividade sanitizante contra algumas bactérias e leveduras (PARTANEN e MROZ, 1999).

Jongbloed *et al.* (2000) observaram aumento do CDF da matéria seca em leitões alimentados com ácido fórmico na fase de crescimento. Schöner (2001) constatou que a inclusão de ácido fórmico na dieta melhora o CDF da proteína bruta em leitões na fase de creche. Contudo, Vilas Boas *et al.* (2014) e Silva (2006) não observaram melhora nos CDF da energia bruta e matéria seca em leitões na fase de creche alimentados com dieta contendo ácido fórmico. Kil *et al.* (2006) não observaram melhoria no CDF da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo, do resíduo mineral, do cálcio e do fósforo com a adição de ácido fórmico em dietas para leitões na fase de creche.

1.3.2 ÁCIDO FUMÁRICO

O ácido fumárico ($C_4H_4O_4$) apresenta-se na forma de pequenos cristais, sendo inodoro, pouco solúvel em água e com sabor adstringente (PARTANEN e MROZ, 1999).

Blank *et al.* (1999) observaram aumento dos CDI da energia bruta e da proteína bruta em leitões recém-desmamados que consumiram dieta contendo ácido fumárico. Leitões alimentados com rações contendo ácido fumárico na fase de creche apresentaram aumento nos CDF da proteína e da matéria seca (FALKOWSKI e AHERNE, 1984). Contudo, Rego *et al.* (2012) não observaram melhora no CDF da matéria orgânica e Silva (2006) não observou melhora nos CDF da energia bruta e da matéria seca em leitões na fase de creche alimentados com dieta contendo ácido fumárico.

1.3.3 ÁCIDO CÍTRICO

O ácido cítrico ($C_6H_8O_7$) é inodoro, apresenta sabor azedo agradável, auxilia na manutenção da coloração, aroma e textura de alimentos. Pode ser encontrado em frutas cítricas, é produzido por microrganismos e apresenta importante papel na redução do pH das dietas. Porém, por possuir baixo pKa, não apresenta poder antimicrobiano eficiente (PARTANEN e MROZ, 1999).

Os estudos com o uso de ácido cítrico em dietas para leitões desmamados são antagônicos. Falkowski e Aherne (1984) observaram melhora no CDF do cálcio para leitões desmamados alimentados com dietas contendo ácido cítrico. Contudo, Vilas Boas *et al.* (2014) e Silva (2006) não observaram aumento nos CDF da energia bruta e da matéria seca em leitões na fase de creche alimentados com dieta contendo ácido cítrico.

1.3.4 ÁCIDO BENZÓICO

O ácido benzóico ($C_7H_6O_2$) pode ser encontrado em frutas frescas, cravo, cogumelo, canela, azeite e alguns derivados do leite. Apresenta-se em forma de cristais brancos e comercialmente é preparado a partir do tolueno.

Knarreborg *et al.* (2002) constataram importante efeito antimicrobiano desse ácido. Quando utilizado na alimentação dos monogástricos, o ácido benzóico é capaz de reduzir a capacidade tamponante das dietas (GHELER *et al.*, 2009). Rufino (2013) não observou melhora nos CDF da energia bruta e da matéria seca em leitões na fase de creche alimentados com dieta contendo ácido benzóico.

1.3.5 ÁCIDO LÁTICO

O ácido láctico ($C_3H_6O_3$) é produzido por meio da fermentação de açúcar no estômago e no intestino delgado, é de cadeia curta e considerado ácido fraco (PARTANEN e MROZ, 1999). Possui odor similar ao soro de leite, é produzido por diversas espécies de bactérias e é considerado um dos mais antigos conservantes.

O ácido láctico possui efetiva atividade antimicrobiana por promover meio com acidez desfavorável ao crescimento de microrganismos patogênicos (ROPPA, 1998). O ácido láctico na dieta reduziu a incidência e a severidade de enterites em leitões na fase de creche (TSILOYANNIS *et al.*, 2001).

Kemme *et al.* (1997) observaram aumento dos CDI de aminoácidos, de cálcio, de fósforo e aumento dos CDF do resíduo mineral, do cálcio e do magnésio em leitões na fase de creche alimentados com ácido láctico. Contudo, Vilas Boas *et al.* (2014) não observaram melhora nos CDF da energia bruta e da matéria seca em leitões na fase de creche alimentados com dieta contendo ácido láctico. Kil *et al.* (2006) não observaram melhoria no CDF da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo, do resíduo mineral, do cálcio e do fósforo com a adição de ácido láctico em dietas para leitões na fase de creche.

1.4 CAPACIDADE TAMPONANTE DA DIETA

A quantidade de acidificantes a serem utilizados nas dietas depende do pH e capacidade tamponante, sendo que o efeito é relacionado com a idade dos animais, composição da dieta e da presença ou ausência de antimicrobianos (BELLAYER, 2000). Dessa forma, o pH da digesta estomacal e intestinal é influenciado pela capacidade tamponante (CT) do alimento ingerido.

A capacidade tamponante é o quanto uma solução tampão resiste às mudanças de pH, quando se adiciona pequenas quantidades de ácido ou base.

Quanto maior for a alteração de pH ocasionada pela adição de ácido ou base, menor será a capacidade tamponante da solução. De acordo com Van Soest *et al.* (1991), a CT é a facilidade com que uma molécula retém ou troca cátions por H⁺, conforme o pH do meio.

Adicionando acidificante na dieta de leitões espera-se diminuir o pH do trato gástrico. Porém, se a CT de um ingrediente da dieta for alta, a queda de pH será dificultada, sendo necessária uma quantidade maior de ácido para ocasionar a queda do pH.

É primordial conhecer a CT dos ingredientes presentes na dieta dos animais, sendo que, ingredientes com baixa CT, são preferíveis nas rações na fase de creche. Maner *et al.* (1962) descreveram que a CT da proteína de soja retarda a ativação do pepsinogênio, provovendo redução da digestão da proteína pelo leitões recém desmamados

A mensuração e a predição da CT da dieta pré-inicial de leitões é alvo de vários estudos por contribuir de forma eficaz na inclusão de acidificantes nessas dietas. Segundo Ooijen (2002) a análise normalmente realizada para se mensurar a CT de alimentos para leitões é a *b-value*. Entretanto, essa análise proporciona baixa correlação entre a CT da dieta mensurada “*in vitro*” e o pH fisiológico do trato digestório de leitões (BOCKOR *et al.*, 2007).

Não existe uma análise padrão para se determinar a CT dos alimentos. Além disso, os métodos de rotina utilizados avaliam a taxa linear de queda de pH em titulação direta entre o pH inicial da amostra em solução e o pH 5. Porém, a estimativa da CT em uma determinada faixa de pH não necessariamente estima a CT em outra faixa, por ser uma propriedade físico-química dependente do pK de cada substância presente na dieta.

Outro entrave destas técnicas é que, a curva de titulação direta não é linear e, apresenta maior curvatura exatamente na faixa de pH utilizada fisiologicamente para a inibição de desenvolvimento de microorganismos patogênicos, entre o pH 4,5 e 2,0. Warpechowski e Ciocca (2006) e Bockor *et*

al. (2007) reconheceram essa não linearidade da curva de titulação. Desta forma, a predição do pH e CT da digesta a partir da avaliação da CT individual dos ingredientes não é eficaz com os métodos rotineiros.

Entretanto, com o auxílio das funções logarítmica e exponencial pode-se linearizar a curva de titulação da CT, o que permite estudar a capacidade tamponante na faixa fisiológica de pH gastrointestinal. Como a capacidade tamponante se torna aditiva, é possível estimar o valor das dietas completas a partir do valor de ingredientes da mistura. As funções exponenciais são capazes de ajustar curvas de titulação de bases fortes por ácidos fortes e, proporciona linearização até faixas de pH mais baixas (OLIVEIRA Jr. e WARPECHOWSKI, 2007). Esta linearização consente o cálculo da CT de misturas por meio do conhecimento da CT individual de cada ingrediente.

Pesquisadores e membros do Laboratório de sistematização, análise e modelagem em produção e nutrição animal (LabSisZoot) da UFPR criaram um método chamado de taxa linear de tamponamento (TLT) para determinar a CT entre o pH 8 e 2 (BOCKOR, 2009; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2010). Essa técnica proporciona aditividade em laboratório, entretanto necessita de comparação com outras técnicas de rotina por meio de ensaios nutricionais *in vivo*. Essa metodologia é capaz de predizer a quantidade ótima de acidificante a ser acrescentada em uma determinada dieta (BOCKOR, 2009; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2010).

A medição da CT dos ingredientes completos e também nas frações indigestíveis, isto é, a fibra da dieta, é capaz de estimar o efeito da dieta sobre a CT nas distintas partes do trato digestório. A utilização de medidas linearizadas de propriedades físico-químicas da fibra contribui significativamente para o aumento na precisão de equações de predição de eventos gastrointestinais e metabólicos em frangos de corte, a partir da composição química da dieta (WARPECHOWSKI *et al.*, 2005).

Blank *et al.* (1999) concluíram que a CT da dieta contribui para resultados controversos com o uso de acidificantes. Os autores observaram melhora no CDI da proteína bruta em leitões que consumiram dieta com baixa CT acrescida de 2% de ácido fumárico e não observaram diferença em leitões alimentados com dieta de alta CT contendo o mesmo acidificante.

1.5 REFERÊNCIAS

BACILA, M. **Bioquímica Veterinária**. São Paulo: J. M. Varela livros. 534p, 1980.

BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. Facultad de Ciencias Veterinarias da Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Rio Cuarto e Embrapa Suínos. In: CONGRESSO MERCOSSUR DE PRODUCCIÓN PORCINA, 2000, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 2000. p. 93-108.

BLANK, R.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; HUANG, S. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2974-2984, 1999.

BOCKOR, L.; DAHLKE, F.2; MAIORKA, A.; CASTRO, O. S.; OLIVEIRA, E. G.; KRABBE, E.L.; WARPECHOWSKI, M. B. Comparação de medidas da capacidade tamponante de matérias-primas e dietas utilizadas para leitões. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.3, p. 71-76, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.13. Diário Oficial da União**. Brasília: MAPA, 2004.

CHUANCHUEN R.; PADUNGTOD P. Susceptibilities to antimicrobials and disinfectants in *Salmonella* isolates obtained from poultry and swine in Thailand. **Journal Veterinary Medicine Science**, V.70 p. 595-601, 2009.

EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, W. D.; HERMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pigs: effects of age and weaning system. **Jornal of Animal Science**, v. 55, n. 6, p. 1380-1387, 1982.

FALKOWSKI, J. F.; AHERNE, F. X. Fumaric and citric acid as feed additives in starter pig nutrition. **Journal of Animal Science**, v. 58, p. 935-938, 1984.

FONTAINE, J. Acidifying pig started rations. **Feed Mix**, v. 2, n. 3, p. 23-25, 1994.

FREITAS, L. S.; LOPES, D. C.; FREITAS, A. F.; CARNEIRO, J. C.; CORASSA, A.; PENA, S. M.; COSTA, L. F. Avaliação de ácidos orgânicos em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 1711-1719, 2006.

GHELER, T. R.; ARAÚJO, L. F.; SILVA, C. C.; GOMES, G. A.; PRATA, M. F.; GOMIDE, C. A. Uso de ácido benzóico na dieta de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2182-2187, 2009.

JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; JONGBLOED, R. V. W.; KEMME, P. A. The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 113-122, 2000.

KEMME, P. A.; JONGBLOED, A. W.; MROZ, Z.; BEYNEN, A. C. The efficacy of *Aspergillus niger* phytase in rendering phytate phosphorus available for absorption in pigs is influenced by pig physiological status. **Jornal of Animal Science**, v. 75, n. 8, p. 2129-2138, 1997.

KIL, D. Y. Effects of organic or inorganic acid supplementation on growth performance, nutrient digestibility and white blood cell counts in weanling pigs. **Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 2, p. 252-261, 2006.

KIL, D.Y; KWON, W.B.; KIM, B.G. Acidificantes alimentares em dietas para suínos desmamados: uma revisão. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 24, p.231-247, 2011.

KNARREBORG, A.; MIQUEL, N.; GRANLI, T.; JENSEN, B. B. Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 99, p. 131-140, 2002.

KRYGIEROWICZ, E. C. **Taxa linear de tamponamento como estimadora de efeitos nutricionais da acidificação de dietas para leitões**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LINDEMANN, M. D.; CORNELIUS, S. G.; EL KANDELGY, S. M.; MOSER, R. L.; PETTIGREW, J. E. Effect of age, weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. **Jornal of Animal Science**, v. 62, n. 5, p. 1298-1307, 1986.

MANER, J.; POND, W.S.; LOOSLE, J.E.; LOWREY, R.S. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues in baby pigs. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 49, 1962.

MEDEIROS, S. L. S.; SANTIAGO, G. S.; VELOSO, J. A. F. Acidificação da dieta inicial de leitões. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**, n. 26, p. 23-30, 1999.

MORÉS, N.; AMARAL, A. L. Patologias associadas ao desmame. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 2001, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2001.p. 1-10.

OLIVEIRA Jr, J. M.; WARPECHOWSKI, M. B. Avaliação da aditividade de medida linearizada da capacidade tamponante da fibra em alimentos. In: Simpósio sul brasileiro de ovinos e caprinos. 2007, Curitiba, **Anais...** Curitiba, 2007.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.M.; BOCKOR, L.; EGGERS, M.; GIERUS, M. ; DITTRICH, J. R; WARPECHOWSKI, M. B. Linearização de curvas de titulação para determinação da capacidade tamponante da fibra de alimentos em faixas amplas de pH. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p.55-61, 2010.

OOIJEN, V. Quais os efeitos do Calprona-P adicionado à ração. **Comunicado Técnico Verdgut – Metachem**. 2002. Porto Alegre – RS

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.

PREVIDELLO, B. A.; CARVALHO, F. R.; TESSARO, A. L.; SOUZA, V. R.; HIOKA, N. O Pka de Indicadores Ácido-Base e os Efeitos de Sistemas Coloidais. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 600-606. 2006.

REGO, J. C.; FERREIRA R. A. S.; BRITO C. F.; MORESSI G. B.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI M. B. Efeito da acidificação da dieta sobre a digestibilidade de nutrientes em leitões. **Revista Acadêmica PUC/PR**, v. 10, n. 1, p.105-111, 2012.

ROPPA, L. Nutrição de leitões na fase pós-desmame. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1998, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 1998. p. 265-271.

ROCHA, E. V. H. **Utilização de ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões dos 7 aos 20 kg.** 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ROTH, F. X. Acidos organicos em nutricion Porcina: eficacia y modo de accion. In: XVI CURSO DE ESPECIALIZACIÓN. FUNDACION ESPANOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICION ANIMAL, 2000. **Proceedings...** - p. 169-181, 2000.

RUFINO, L. M. **Ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões desmamados.** 117 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SCHÖNER, F. J. Nutritional effects of organic acids. In: BRUFAU, J. (ED). FEED MANUFACTURING IN THE MEDITERRANEAN REGION. IMPROVING SAFETY: FROM FEED TO FOOD, 2001, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza, 2001. p. 55-61.

SILVA, A. M. R. **Maltodextrina e acidificante em rações para leitões na fase de creche sobre desempenho, viabilidade econômica e digestibilidade.** 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SURYANARAYANA, M.V.A.N, SURESH, J.; RAJASEKHAR, M.V.Organic acids in swine feeding - A Review. **Agricultural Science Research Journals** Vol. 2, n. 9, p. 523- 533, 2012.

TSILOYIANNIS, V. K.; KYRIAKIS, S. C.; VLEMMAS, J.; SARRIS, K. The effect of organic acids on the control of post-weaning o edema disease of piglets. **Veterinary Science**, v. 70, n. 3, p. 281-285, 2001.

VAN SLYKE, D. D. On the measurement of buffer value to the dissociation constant of the buffer and the concentration and reaction of the buffer solution. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 52, n. 2, p. 525-570, 1922.

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

VILAS BOAS, A. D. C.; BUDIÑO, F. E. L.; TRINDADE NETO, M. A.; MONFERDINI, R. P.; DADALT, J. C.; SCHMIDT, A. Ação dos ácidos orgânicos

sobre a digestibilidade dos nutrientes para leitões desmamados. In: VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2014, Estância de São Pedro. **Anais...** Estância de São Pedro, 2014.

WARPECHOWSKI, M. B. e CIOCCA, M. L. S. Propriedades físico-químicas da fibra em detergente neutro de alimentos isolados e misturados. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, p. 23-26. 2006.

WILSON, R. H.; LEIBHOLZ, J. Digestion in the pig between 7 and 35 d of age. The digestion of dry matter and pH of digesta in pigs given milk and soya-bean proteins. **British Journal of Nutrition**, v. 45, n. 2, p. 321-336, 1981.

CAPÍTULO 2. DIGESTIBILIDADE ILEAL DE DIETAS ACIDIFICADAS PARA LEITÕES DESMAMADOS

RESUMO – O objetivo foi estudar o efeito de distintas inclusões de mistura comercial de ácidos orgânicos, parcialmente protegida com gordura saturada, sobre o coeficiente de digestibilidade ileal (CDI) da matéria seca, resíduo mineral, energia bruta e proteína bruta em dois tipos de dietas, simples e complexa, em leitões na fase pós-desmame. Foram utilizados dois grupos de 24 leitões machos castrados LWLD, desmamados com 21 dias de idade, com peso médio ao início dos períodos experimentais de $7,06 \pm 0,76$ e $7,40 \pm 0,69$. O delineamento experimental foi o blocos ao acaso, com seis dietas (tratamentos), e quatro unidades experimentais (animais) por dieta em cada um dos dois períodos experimentais (repetição no tempo). Os tratamentos, em arranjo fatorial 2×3 , eram formados por duas dietas (simples e complexa) e três níveis de acidificante (zero, 0,4 e 0,8%). As dietas eram a base de milho e soja, sendo a dieta simples com inclusão de farinha de carne e ossos e a dieta complexa com adição de plasma e proteína láctea, sendo ambas com diferentes capacidades tamponante (CT) medidas pela taxa linear de tamponamento (TLT). Foram avaliados os efeitos principais da adição de acidificante, as diferentes dietas basais (complexa e simples) e a interação entre estes fatores. O fator nível de acidificante foi desdobrado em contrastes ortogonais linear e quadrático com nível mínimo de significância de 5%, seguido de análise de regressão polinomial. Também foi realizada comparação de médias dos efeitos principais e da interação com base no nível mínimo de significância de 5% (Teste de Fisher, LSD). Houve interação entre a dieta e o nível de acidificação para os coeficientes de digestibilidade de todos os componentes avaliados ($P < 0,01$). Para a dieta simples, houve efeito linear negativo da adição de acidificante sobre CDI da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta ($P < 0,01$). Ocorreu efeito quadrático com comportamento de platô do acidificante sobre o CDI da proteína bruta para as dietas simples e complexa ($P < 0,01$). Os efeitos da inclusão de acidificante foram diferentes de acordo com a dieta utilizada e a dieta considerada simples apresentou altos valores de digestibilidade ileal para os componentes avaliados quando comparado com o encontrado na literatura. Porém, de forma geral, a inclusão de acidificante piorou levemente a digestibilidade da dieta simples, exceto para o resíduo mineral, cuja digestibilidade foi maior com o maior nível de inclusão. Para a dieta complexa, o único efeito da adição de acidificante foi a melhoria na digestibilidade da proteína bruta, atingida com o nível mais baixo de adição.

PALAVRAS-CHAVE: acidificantes, proteína láctea, taxa linear de tamponamento, suínos.

CHAPTER 2. ILEAL DIGESTIBILITY OF ACIDIFIED DIETS FOR WEANED PIGLETS

ABSTRACT – The aim was to study the effect of different additions commercial mixture of organic acids, partially protected with saturated fat, on the ileal digestibility coefficient (CDI) of dry matter, mineral residue, crude protein and gross energy in two types of diets, simple and complex for piglets in post-weaning stage. Two groups were used 24 barrows LWLD, weaned at 21 days of age, with an average weight at the beginning of the experimental period of 7.06 ± 0.76 and 7.40 ± 0.69 . The experimental design was a randomized block design with six diets (treatments) and four experimental units (animals) by diet in each of the two experimental periods (repetition time). The treatments in 2x3 factorial arrangement, were formed by two diets (simple and complex) and three levels of acidifying (zero, 0.4 and 0.8%). The diets were based on corn and soybeans, and the simple diet with meat and bone meal included and the complex diet with added plasma and milk protein, and both with different buffering capacity (BC) measures the buffering linear rate (BLR). We evaluated the major effects of adding acidifying, different basal diets (complex and simple) and the interaction between these factors. The acidifying level factor was split into linear and quadratic orthogonal contrasts with minimum significance level of 5%, followed by polynomial regression analysis. It was also carried out comparing the means of the main effects and interaction based on the minimum level of significance of 5% (Fisher test, LSD). There was interaction between diet and the acidification level for the digestibility coefficients of all assessed components ($P < 0.01$). For simple diet, there was a negative linear effect of adding acidifying CDI on the dry matter, organic matter and gross energy ($P < 0.01$). Quadratic effect occurred with acidifying the plateau behavior on the CDI crude protein for simple and complex diets ($P < 0.01$). The effects of adding acidifying were different according to the diet used and considered simple diet showed higher ileal digestibility values for the evaluated components when compared with that found in the literature. But in general, the inclusion of acidifying slightly worse digestibility of simple diet, except for the mineral residue, whose digestibility was greater with the highest level of inclusion.

KEY WORDS: acidifying, milk protein, linear buffering rate, piglets

2.1 INTRODUÇÃO

O desmame é considerado um período crítico para os leitões, do ponto de vista nutricional, sanitário e social. Para tentar amenizar esses efeitos negativos, diversos aditivos alimentares são utilizados regularmente na suinocultura. Dentre eles, destacam-se os acidificantes, utilizados com o objetivo de reduzir o pH do trato digestório, contribuir para ativação da pepsina, melhorar a digestibilidade dos componentes do alimento e diminuir a proliferação de patógenos (LIMA, 1999).

As dietas com acidificante para leitões citadas na literatura possuem diversas respostas quanto à digestibilidade. Pois, as características intrínsecas de cada ácido, somadas às porcentagens de sua inclusão e a capacidade tamponante dos ingredientes das dietas influenciam na resposta do acidificante (ROCHA, 2006).

A capacidade tamponante dos ingredientes das dietas é uma característica físico-química que interfere no pH da digesta e a mesma pode ser mensurada por alguns métodos, como a taxa linear de tamponamento (TLT) (OLIVEIRA Jr *et al.*, 2010). Dietas que possuem ingredientes capazes de produzir ácido, como carboidratos disponíveis à fermentação, podem auxiliar na redução do pH do estômago dos leitões. Desta forma, estas dietas possuem menor necessidade de inclusão de acidificante quando comparadas às dietas compostas por ingredientes vegetais (EASTER, 1993).

O tempo do efeito da acidificação no trato digestório também é importante (MAXWELL *et al.*, 1993). Assim, o ácido envolto por camada protetora, pode possuir liberação mais lenta e contínua ao longo do trato digestório, favorecendo a acidificação no intestino delgado (FONTAINE, 1994).

O objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de acidificante protegido com gordura sobre a digestibilidade ileal dos componentes de dietas simples

(farinha de carne e ossos) e complexa (concentrado de proteína de soja, plasma sanguíneo e leite em pós desnatado) em leitões na fase pós-desmame.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no laboratório de Metabolismo Animal do Departamento de Zootecnia, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, nos períodos de 18 a 28/10/2012 e de 20/11 a 02/12/2012 em Curitiba, PR.

Foram usados 48 leitões machos castrados, mestiços de Large White x Landrace (LWLD), com duas repetições no tempo (período) de 24 animais cada. No primeiro período, os animais foram desmamados, em média, aos 20 dias de idade, com peso vivo médio de $7,06 \pm 0,77$ kg. Houve descarte dos dados de uma unidade animal que consumiu dieta complexa com 0,8%, para não influenciar nos resultados¹. No segundo período os animais tinham em média 25 dias de idade ao desmame, com peso médio inicial de $7,40 \pm 0,69$ kg.

O delineamento experimental utilizado foi o blocos ao acaso, com seis dietas (tratamentos), e quatro unidades experimentais (animais) por dieta e dois períodos (repetição no tempo). Os tratamentos eram formados por duas dietas (simples e complexa) com três níveis de acidificante (0, 0,4 e 0,8%) (Tabela 2).

Os leitões foram alojados em gaiolas metabólicas individuais de tamanho ajustável, com bebedouro tipo chupeta e comedouro. A temperatura do ambiente foi controlada com a utilização de condicionadores de ar e dois aquecedores à gás. A temperatura foi monitorada por três termômetros dispostos no início, no meio e no final da sala de metabolismo. As temperaturas

¹ O leitão apresentou pirexia por 24 horas e anorexia. Foi realizada antibiotioterapia com amplo espectro por três dias como tratamento. Não foi diagnosticada a causa da doença.

médias, máxima e mínima, registradas, respectivamente foram: no primeiro período 28°C e 32°C; no segundo período 27°C e 32°C.

Duas dietas basais foram utilizadas, formuladas com os mesmos níveis nutricionais para leitões na fase de creche, de acordo com as tabelas brasileiras (ROSTAGNO *et al.*, 2011). As dietas eram a base de milho e soja, sendo a dieta simples com inclusão de farinha de carne e ossos e a dieta complexa com adição de plasma e proteína láctea. A partir dessas, foram incluídos 0,4 e 0,8%, de acidificante NeoAcid PIG^{®2}, totalizando seis dietas (Tabela 2) com diferentes valores de CT, avaliadas por meio da taxa linear de tamponamento (TLT), sendo essa medida determinada para cada dieta de acordo com OLIVEIRA Jr *et al.* (2010). Para a determinação da digestibilidade ileal, foi adicionado às dietas 0,25% de óxido de cromo como indicador.

Os animais receberam a ração dividida em quatro refeições diárias com intervalos fixos de 6 horas, às 0, 6, 12 e 18 horas, para propiciar o desenvolvimento do equilíbrio dinâmico na passagem do indicador e validação dos resultados de digestibilidade ileal (Krygierowicz, 2010). A ração diária fornecida foi calculada de acordo com o peso metabólico ($PV^{0,60}$) de cada animal e ajustada ao nível de energia metabolizável das dietas basais. As sobras de ração foram coletadas após uma hora do seu fornecimento, identificadas, quantificadas e congeladas para posterior análise bromatológica.

O primeiro período do experimento variou de 9 a 10 dias, devido ao abate dos leitões terem sido por repetição. Os 5 primeiros dias foram de adaptação ao ambiente e às dietas experimentais, e os 2 últimos de colheita de material para digestibilidade ileal. No segundo período, os sete primeiros dias foram de adaptação ao ambiente e às dietas, e os dois últimos para colheita de material para digestibilidade ileal.

² NeoAcid PIG[®] é um acidificante comercial protegido por gordura, formado pela combinação de ácido fórmico, fumárico, cítrico, benzoico e láctico. (Sanex Comércio e Indústria Veterinária LTDA).

TABELA 2 – COMPOSIÇÃO PERCENTUAL NA MATÉRIA NATURAL E VALORES ANALISADOS NA MATÉRIA SECA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS SIMPLES E COMPLEXAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE (0,0%; 0,4%; 0,8%).

Nível de acidificante	Dieta Simples			Dieta Complexa		
	0%	0,40%	0,80%	0%	0,40%	0,80%
INGREDIENTES %						K
Milho	42,95	42,95	42,95	49,79	49,79	49,79
Farelo de soja 44,5%	25,62	25,62	25,62	12,52	12,52	12,52
Farinha de carne e ossos 45%	3,29	3,29	3,29	0,00	0,00	0,00
Concentrado protéico de soja	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
Soro de leite doce	20,24	20,24	20,24	12,47	12,47	12,47
Leite em pó desnatado	0,00	0,00	0,00	11,42	11,42	11,42
Plasma	0,00	0,00	0,00	5,04	5,04	5,04
Óleo de soja	3,90	3,78	3,66	3,68	3,56	3,44
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
DL-Metionina	0,21	0,21	0,21	0,17	0,17	0,17
L-Lisina	0,67	0,67	0,67	0,49	0,49	0,49
L-Treonina	0,29	0,29	0,29	0,21	0,21	0,21
L-Triptofano	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04
Calcário calcítico 35% Ca	0,00	0,00	0,00	0,78	0,78	0,78
Fosfato bicálcico 15% P	0,71	0,71	0,71	1,20	1,20	1,20
Cloreto colina 60%	1,39	1,39	1,39	1,35	1,35	1,35
Açúcar	0,56	0,28	0,00	0,56	0,28	0,00
Premix Mineral ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix Vitamínico ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Acidificante	0,00	0,40	0,80	0,00	0,40	0,80
VALORES ANALISADOS						
Matéria seca (%)	91,67	91,40	91,28	91,23	91,27	91,45
Resíduo mineral (%)	6,40	6,01	6,13	5,76	5,82	6,25
Proteína bruta (%)	21,03	19,19	21,04	18,98	19,15	20,20
Fibra bruta (%)	4,86	4,71	4,21	4,52	4,01	4,34
EE ³ (%)	7,22	7,32	7,25	9,32	9,19	9,65
EB (kcal/kg) ⁴	4130,00	4177,00	4215,00	4333,00	4336,00	4382,00
FDN ⁵ (%)	12,80	12,78	13,42	10,99	11,31	10,78
FDA ⁶ (%)	3,85	3,66	3,95	3,13	3,30	3,17
Lignina (%)	0,20	0,20	0,22	0,20	0,20	0,21
Cálcio (%)	5,94	5,72	5,94	5,49	5,60	5,70
Fósforo (%)	5,90	5,90	5,98	5,65	5,75	5,99
TLT(mEq H+/g MS) ⁷	3,96	3,85	4,23	4,29	4,16	4,53

¹Níveis de garantia/kg de produto: 81 g/kg Fe; 51 g/kg Mn; 16 g/kg Cu; 200g/kg Zn; 990 mg/kg. ²Níveis de garantia/kg de produto: vitamina A, 4.000.000 UI; vitamina D3, 800.000 UI; vitamina E, 4.000 UI; Vitamina K3, 1.000 mg; Vitamina B2, 1.700mg; Vitamina B6, 500mg; Vitamina B12, 10.000 cg; Pantotenato de cálcio, 6.000 mg; Niacina, 8.000mg; Selênio,160 mg; BHT, 200 mg. ³EE, extrato etéreo. ⁴EB, energia bruta. ⁵Fibra detergente neutro. ⁶Fibra detergente ácido. ⁷TLT, taxa linear de tamponamento.

Para a colheita do conteúdo ileal, os leitões foram sacrificados por sangria precedida de atordoamento por percussão com uso de pistola de dardo cativo reentrante, de acordo com procedimento adotado por Krygierowicz (2010), cuja metodologia foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias da UFPR sob protocolo nº 039/2011, em 30/09/2011.

Ao conteúdo ileal foi adicionado 10% do volume total de HCl 10% v/v.horas. O conteúdo ileal foi analisado no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR para teor de matéria seca, matéria orgânica, resíduo mineral, proteína bruta, energia bruta e análise do cromo foi feita por espectrofotômetro de absorção atômica de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2000).

O coeficiente de digestibilidade ileal foi mensurado por meio da quantidade de indicador indigestível, óxido de cromo, presente na dieta consumida e no conteúdo ileal. A determinação da TLT das dietas foi realizada conforme metodologia descrita por OLIVEIRA Jr *et al.* (2010)

Os coeficientes de digestibilidade ileal (CDI) dos componentes do alimento foram calculados conforme a equação abaixo, exceto para o cálculo do CDI da matéria seca, para o qual desconsiderou-se, na equação, a razão entre a porcentagem do nutriente nas fezes e na ração.

$$CDI (\%) = 100 - \left[100 \times \left(\frac{\%Cromo_R}{\%Cromo_F} \right) \times \left(\frac{\%N_F}{\%N_R} \right) \right]$$

Em que:

$\% Cromo_R$ = porcentagem do indicador cromo na matéria seca da ração;

$\% Cromo_F$ = porcentagem do indicador cromo na matéria seca do conteúdo ileal;

$\% N_F$ = porcentagem do nutriente/mineral na matéria seca das fezes;

$\% N_R$ = porcentagem do nutriente/mineral na matéria seca da ração.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com arranjo fatorial 2x3 (dietas vs. níveis de acidificante), com o auxílio do programa *XVI StatGraphics Centurion*, considerando como covariável a energia digestível consumida por kg de peso metabólico de cada animal ($PV^{0,60}$). O fator nível de acidificante foi desdobrado em contrastes ortogonais linear e quadrático com

nível mínimo de significância de 5%. No caso de significância as regressões foram calculadas por análise de regressão polinomial. Também foi realizada comparação de médias dos efeitos principais e da interação com base no nível mínimo de significancia de 5% (Teste de Fisher, LSD).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos CDI das duas dietas com diferentes níveis de acidificante em leitões desmamados estão demonstradas na Tabela 3. Houve interação entre a dieta e o nível de acidificação para os CDI de todos os componentes estudados ($P < 0,01$). Os valores de CDI avaliados foram diferentes entre as dietas, simples e complexa ($P < 0,01$). Contudo, Rego (2013) avaliou o desempenho destes mesmos animais do presente experimento e, constatou que não teve diferença no desempenho dos leitões (APÊNDICE A).

A inclusão de acidificante na dieta complexa não afetou os CDI da matéria seca e matéria orgânica ($P > 0,17$). Contudo, para a dieta simples, ocorreu efeito linear decrescente da adição de acidificante sobre os CDI da matéria seca ($y = -3,37x + 83,73$; $R^2 = 0,99$) e matéria orgânica ($y = -2,03x + 79,29$ $R^2 = 0,80$) (Figura 1).

TABELA 3 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL DE DUAS DIETAS (SIMPLES E COMPLEXA) COM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDIFICANTE EM LEITÕES DESMAMADOS.

FRAÇÃO NUTRICIONAL	NÍVEL DE ACIDIFICANTE	TIPO DE DIETA			
		SIMPLES		COMPLEXA	
MS	0,00%	83,69 ± 0,51	Aa	82,04 ± 0,13	Aa
	0,40%	82,47 ± 0,72	Aa	82,74 ± 0,40	Aa
	0,80%	80,99 ± 0,21	Bb	83,09 ± 0,67	Aa
MO	0,00%	79,06 ± 0,41	Aa	78,87 ± 0,13	Aa
	0,40%	78,94 ± 0,32	Aa	78,66 ± 0,40	Aa
	0,80%	77,43 ± 0,49	Bb	79,01 ± 0,67	Aa
RM	0,00%	66,12 ± 0,37	Ab	63,09 ± 0,55	Ba
	0,40%	65,40 ± 0,36	Ab	62,89 ± 0,44	Ba
	0,80%	67,88 ± 0,25	Aa	63,06 ± 0,24	Ba
PB	0,00%	86,59 ± 0,28	Aa	81,28 ± 0,49	Bb
	0,40%	81,55 ± 0,28	Bb	87,40 ± 0,16	Aa
	0,80%	81,40 ± 0,44	Bb	87,07 ± 0,22	Aa
EB	0,00%	85,84 ± 0,34	Aa	82,16 ± 0,42	Ba
	0,40%	84,94 ± 0,59	Aa	81,95 ± 0,31	Ba
	0,80%	83,66 ± 0,17	Ab	81,24 ± 0,46	Ba

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$). MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; RM, resíduo mineral; PB, proteína bruta e EB, energia bruta.

A utilização de 0,8% de acidificante na dieta simples levou a um menor valor dos CDI da matéria seca e matéria orgânica quando comparada à dieta simples com 0,4% ou sem inclusão de acidificante ($P < 0,01$). Os resultados discordam de Mroz *et al.* (2000) e Mroz *et al.* (1997) que constataram efeito linear positivo do ácido fumárico sobre o CDI da matéria seca em suínos alimentados com dietas a base de farelo de soja e milho. Blank *et al.* (1999) observaram tendência no aumento do CDI da matéria seca em leitões alimentados com dieta com baixa capacidade tamponante contendo acidificante.

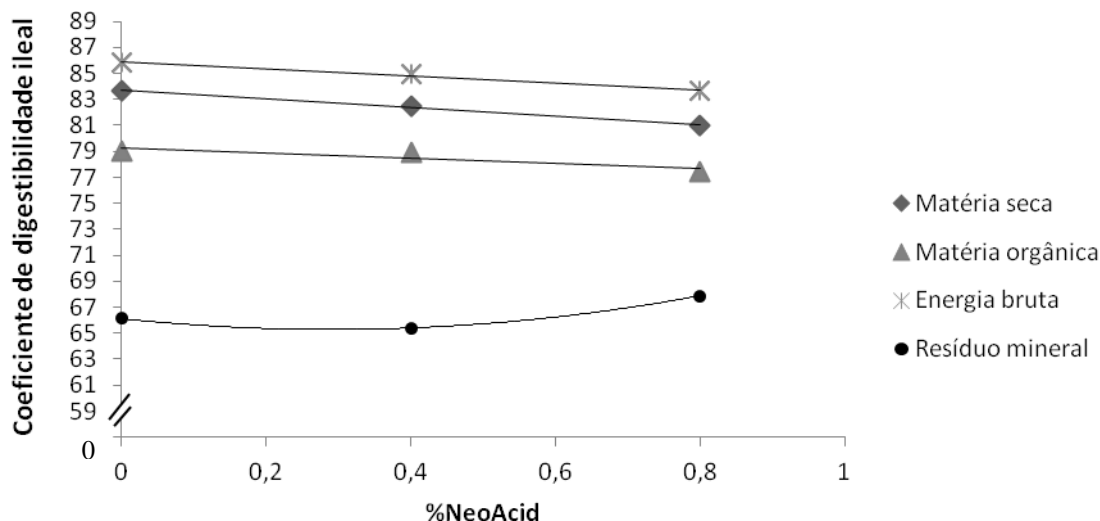


FIGURA 1 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL DA MATÉRIA SECA, MATÉRIA ORGÂNICA, ENERGIA BRUTA E RESÍDUO MINERAL PARA A DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.

Teve efeito quadrático da adição de acidificante para a dieta simples sobre o CDI do resíduo mineral ($y = 10,00x^2 - 5,79x + 66,11$ $R^2 = 0,68$), sendo a maior média observada em torno de 0,8% de inclusão (Figura 1). Grande parte do resíduo mineral é composto por cálcio e fósforo e apesar de não ter sido avaliado os CDI desses minerais, é de se esperar um comportamento similar ao observado do resíduo mineral. Mroz (1997) observou melhora nos CDI do cálcio e fósforo em suínos alimentados com dietas a base de farelo de soja e milho contendo ácido fórmico e fumárico.

Houve diferença significativa entre as dieta simples e complexa para o CDI do resíduo mineral ($P < 0,01$). As fontes de cálcio eram diferentes nas duas dietas, simples e complexa, e pode ter contribuído para a diferença no aproveitamento dos minerais. As distintas fontes de cálcio possuem biodisponibilidades desiguais (McDOWELL, 1992).

O CDI da energia bruta não foi influenciada pela adição de acidificante na dieta complexa ($P = 0,12$). Ocorreu efeito linear negativo do acidificante sobre o CDI da energia bruta ($y = -2,72x + 85,77$

$R^2 = 0,98$) para a dieta simples (Figura 1). Alguns autores observaram efeito linear positivo da inclusão de ácido fumárico (Giesting e Easter, 1991; Mroz *et al.*, 1998; Blank *et al.*, 1999; Mroz *et al.*, 2000), fórmico (Mroz *et al.*, 1998; Mroz *et al.*, 2000) e butírico (Mroz *et al.*, 2000) sobre o CDI em suínos alimentados com dietas a base de farelo de soja e milho.

O CDI da energia bruta para a dieta simples sem acidificante foi superior à digestibilidade da energia bruta para a dieta complexa ($P < 0,01$), provavelmente em razão do ingrediente energético usado na formulação ser distinto entre as dietas, simples e complexa. A dieta simples continha menor quantidade de milho em relação à dieta complexa (Tabela 2). A forma como o amido está disponibilizado no grão de milho pode ter contribuído para um maior CDI da energia bruta (FIALHO *et al.*, 1995).

Teve diferença significativa entre as dietas simples e complexa sobre o CDI da proteína bruta ($P < 0,01$). A dieta simples do presente experimento apresenta menor capacidade tamponante, representada pela TLT, quando comparada a dieta complexa (Tabela 2). Essa menor capacidade tamponante da dieta simples sem acidificante pode ter contribuído para a redução do pH estomacal, conseqüentemente pode ter ocorrido maior ativação da pepsina (SCHONER, 2001) contribuindo para a digestão proteica.

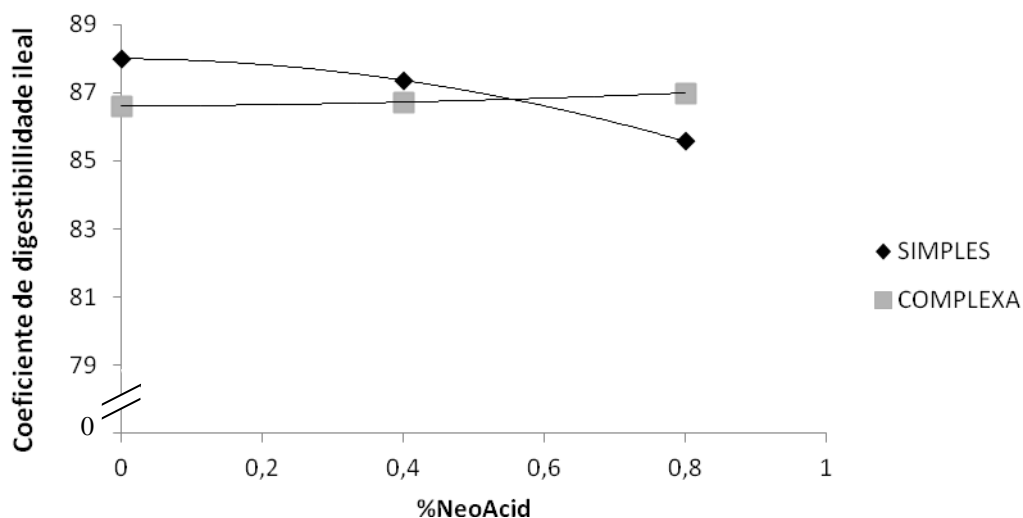


FIGURA 2 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM O COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE ILEAL DA PROTEÍNA BRUTA PARA AS DIETAS (SIMPLES E COMPLEXA) EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.

Ocorreu efeito quadrático com comportamento de platô do acidificante sobre o CDI da proteína bruta para as dietas simples ($y = 15,28x^2 - 18,71x + 86,59$; $R^2=0,78$) e complexa ($y = -20,15x^2 + 23,36x + 81,28$; $R^2 = 0,77$) (Figura 2).

Os CDI para proteína bruta para as dietas com inclusão de acidificante foram diferentes significativamente dos tratamentos sem acidificante ($P<0,01$), sendo que para a dieta complexa, houve aumento do CDI e para a dieta simples observou-se diminuição do CDI para a proteína bruta. Para a dieta complexa, o acidificante agiu sobre o CDI da proteína bruta, ocasionando um aumento de cerca de 7,3% desta média quando comparada à dieta complexa sem acidificante.

Mroz *et al.* (1997) observaram melhora no CDI da proteína bruta em suínos alimentados com dietas a base de farelo de soja e milho contendo ácido fórmico e fumárico. Contudo, Gabert e Sauer (1995) observaram efeito linear negativo da inclusão de acidificante sobre o CDI da proteína bruta em leitões alimentados com dietas a base de farelo de soja e milho. Gabert *et al.* (1995) não constataram efeito do ácido fórmico sobre o CDI da proteína bruta em

leitões que consumiram dietas contendo ingredientes a base de proteína vegetal e proteína animal.

Blank *et al.* (1999) constataram aumento do CDI da proteína bruta em leitões alimentados com dietas com baixa CT adicionadas de ácido fumárico, enquanto leitões que consumiram dietas com alta CT contendo o mesmo ácido não apresentaram melhora no CDI para a proteína bruta. Porém, no presente trabalho, a dieta simples não é somente a base de milho e farelo de soja e contém alternativos ao farelo de soja, como soro de leite doce e farinha de carne e ossos, o que pode ter influenciado no CDI da proteína.

O acidificante utilizado no presente experimento pode ter influenciado na atividade enzimática no intestino delgado, devido a ação do acidificante protegido ser maior nesta região do trato digestório. Outro fator, é a capacidade tamponante da dieta, a qual pode ter alterado o efeito do acidificante no trato gastrointestinal (BLANK *et al.*, 1999). Ou seja, a dieta simples com 0,8% de acidificante desfavoreceu a atividade enzimática no intestino, diminuindo o CDI da matéria seca, matéria orgânica, energia bruta e proteína bruta. Por outro lado, a mesma inclusão de acidificante favoreceu o CDI do resíduo mineral.

2.4 CONCLUSÃO

Os efeitos da adição de acidificante foram diferentes de acordo com a composição da dieta. A dieta simples apresentou altos valores de digestibilidade ileal para os componentes avaliados, e de forma geral a utilização de acidificante prejudicou levemente esses valores, exceto para o resíduo mineral.

Para a dieta complexa (concentrado proteico de soja, plasma e leite em pó desnatado) a adição de acidificante agiu somente sobre a digestibilidade ileal da proteína bruta, aumentando a mesma.

2.5 REFERÊNCIAS

BLANK, R.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W. C.; HUANG, S. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, p.2974-2984, 1999.

EASTER, R. A. Acidification of diets for pigs. In: 2°RECENT DEVELOPMENTS IN PIG NUTRITION, Nottingham **Proceedings**. p.256-66. 1993

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H.P.; ALBINO, L.F.T. Chemical composition, digestible protein and energy values of some alternative feedstuffs for pigs in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.55, n.3/4, p. 239-245, 1995

FONTAINE, J. Acidifying pig started rations. **Feed Mix**, v. 2, n. 3, p. 23-25, 1994.

GABERT, V. M.; SAUER, W. C. The effect of fumaric acid and sodium fumarate supplementation to diets for weanling pigs on amino acid digestibility and volatile fatty acid concentration in ileal digesta. **Animal Feed Science and Technology**, v. 53, p. 243-254. 1994.

GABERT, V. M., SAUER, W. C., SCHMITZ, M., AHRENS, F. AND MOSENTHIN, R. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fed semipurified fish meal diets. **Journal of Animal Science**. 75: 615-623. 1995.

GIESTING, D.W, ROOS, M.A e EASTER, R.A. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. **Journal of Animal Science**. 69:2489- 2496. 1991

KRYGIEROWICZ, E. C. **Taxa linear de tamponamento como estimadora de efeitos nutricionais da acidificação de dietas para leitões**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

McDOWELL, R. L. Calcium and phosphorus. Minerals in animal and human nutrition. **Academic Press**, p.31-32. 1992.

MAXWELL, C.V.; SOHN, K.S.; BROCK, K.S. Effect of acidification on starter pig performance. In: ANIMAL SCIENCE RESEARCH REPORT, AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION, 1997. **Proceedings...** Oklahoma, 1997. P.333-339.

LIMA, G.J.M.M. Uso de aditivos na alimentação de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE AS IMPLICAÇÕES DO USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO ANIMAL, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1999. p.51-68.

MANUGISTICS. **Statgraphics Plus for Windows.** (versão 4.1). Rockville, Maryland, 1997. CD-ROM.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A. W.; PARTANEN, K.; VREMAN, K.; VAN DIEPEN, J. T. M.; KEMME, P. A.; KOGUT, J. The effect of dietary buffering capacity and organic acid supplementation (formic, fumaric, or n-butyric acid) on digestibility of nutrients (protein, amino acids, energy and minerals), water intake and excreta production in growing pigs. In: REPORT JD-DLO, 1997. **Proceedings...** Lelystad, 1997.

MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; PARTANEN, J.T.M. VAN DIEPEN, K. VREMAN.; J. KOGUT. Ileal digestibility of amino acids in pigs fed diets of different buffering capacity and with supplementary organic acids. **Journal of Animal Science**, v.7, p.191–197, 1998

MROZ, Z.; JONGLOED, A.W.; PARTANEN K.H.; VREMAN, K.; KEMME, P.A.; KOGUT, J. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science** , v.78, p. 2622-2632, 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.M.; BOCKOR, L.; EGGERS, M.; GIERUS, M. ; DITTRICH, J. R; WARPECHOWSKI, M. B. Linearização de curvas de titulação para determinação da capacidade tamponante da fibra de alimentos em faixas amplas de pH. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p.55-61, 2010.

ROCHA, E. V. H. **Utilização de ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões dos 7 aos 20 kg.** 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. F.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de**

alimentos e exigências nutricionais. 3. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 252 p.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. 235 p. Viçosa- UFV, 2006.

SCHÖNER, F. J. Nutritional effects of organic acids. In: BRUFAU, J. (ED). FEED MANUFACTURING IN THE MEDITERRANEAN REGION. IMPROVING SAFETY: FROM FEED TO FOOD, 2001, Zaragoza. **Anais...** Zaragoza, 2001. p. 55-61.

CAPÍTULO 3. DIGESTIBILIDADE FECAL DE DIETAS ACIDIFICADAS PARA LEITÕES DESMAMADOS

RESUMO – O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes inclusões de um acidificante comercial, parcialmente protegido com gordura, sobre a digestibilidade fecal aparente dos nutrientes em dois tipos de dietas, simples e complexa, em leitões na fase pós-desmame. Foram utilizados dois grupos de 24 leitões, cruzas Large White x Landrace (LWLD), machos castrados, desmamados com 21 dias de idade, com peso médio inicial de $7,06 \pm 0,76$ e $7,40 \pm 0,69$. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com seis dietas (tratamentos), e quatro unidades experimentais (animais) por dieta em cada um dos dois períodos experimentais (repetição no tempo). Os tratamentos, com arranjo fatorial 2×3 , eram formados por duas dietas (simples e complexa) e três níveis de acidificante (zero, 0,4 e 0,8%). As dietas eram a base de milho e soja, sendo a dieta simples com inclusão de farinha de carne e ossos e a dieta complexa com adição de plasma e proteína láctea, com diferentes capacidades tamponantes (CT) medidas pela taxa linear de tamponamento (TLT). O fator nível de acidificante foi desdobrado em contrastes ortogonais linear e quadrático com nível mínimo de significância de 5%. No caso de significância as regressões foram calculadas com módulo de regressão polinomial. Também foi realizada comparação de médias dos efeitos principais e da interação com base no nível mínimo de significância de 5% (Teste de Fisher, LSD). Houve interação entre a dieta e o nível de acidificação para os coeficientes de digestibilidade de todos os componentes avaliados ($P < 0,01$), exceto para extrato etéreo ($P = 0,10$). Para a dieta complexa a acidificação da dieta melhorou a digestibilidade da proteína bruta ($P < 0,01$) e não houve efeito significativo para os demais nutrientes ($P > 0,10$). Os efeitos da inclusão de acidificante mudaram de acordo com a composição da dieta utilizada. A dieta considerada simples apresentou altos valores de digestibilidade para os componentes estudados, e de maneira geral a inclusão de acidificantes diminuiu linearmente esses valores, exceto para os minerais, onde a inclusão de 0,8% favoreceu a digestibilidade. Para a dieta complexa a inclusão de acidificante influenciou apenas a digestibilidade da proteína bruta, aumentando a mesma.

PALAVRAS-CHAVE: acidificantes, proteína láctea, taxa linear de tamponamento, suínos.

CHAPTER 3. FECAL DIGESTIBILITY OF ACIDIFIED DIETS FOR WEANED PIGLETS

ABSTRACT – The objective was to evaluate the effect of different additions of a blend acid, partially protected with the fat on the apparent faecal digestibility in both types of diets, simple and complex piglets in post-weaning stage. Two groups of 24 piglets LWLD were used, castrated males, weaned at 21 days of age, with an average initial weight of 7.06 ± 0.76 and 7.40 ± 0.69 . The experimental design was a randomized block design with six diets (treatments), and four experimental units (animals) diet in each of the two experimental periods (repetition time). The treatments in a factorial 2×3 , consisted of two diets (simple and complex) and three levels of acidifying (zero, 0.4 and 0.8%). The diets were based on corn and soybeans, with the simple diet of meat-and-bone and the inclusion complex diet with addition of plasma and milk protein, with different buffering capacities (BC) measures the buffering linear rate (BLR). The acidifying level factor was split into linear and quadratic orthogonal contrasts with minimum level of significance of 5%. In the case of significance regressions were calculated with polynomial regression module. Was also carried out comparing the means of the main effects and interaction based on the minimum level of significance of 5% (Fisher test, LSD) .There was interaction between diet and the acidification level for the digestibility coefficients of all the components evaluated ($P < 0.01$), except for fat ($P = 0.10$). For complex diet to diet acidification improved the digestibility of crude protein ($P < 0.01$) and no significant effect for the other nutrients ($P > 0.10$). The effects of adding acidifying changed according to the composition of the diet used. Simple considered diet showed high digestibility values for the components studied, and in general the inclusion of acidifying linearly reduced these values, except for minerals, where the inclusion of 0.8% favored digestibility. For complex diet to include acidifying only influenced and increasing the digestibility of crude protein.

KEY WORDS: acidifying, milk protein, linear buffering rate, piglets

3.1 INTRODUÇÃO

O desmame antecipado tem sido utilizado na suinocultura brasileira com objetivo de manutenção e busca pela máxima eficiência dos índices zootécnicos da granja (partos/porca/ano e desmamados/porca/ano). Contudo, quanto mais se antecipa o desmame, maiores são os desafios, ocorre diminuição no consumo de alimento e conseqüente redução no desempenho. Nessa fase, há evidências de baixa secreção de ácido clorídrico no estômago e limitada produção e atividade de enzimas pancreáticas e intestinais (BOUDRY *et al.*, 2004).

Os problemas relacionados com o pós-desmame são comumente amenizados pela inclusão de aditivos antimicrobianos à dieta. Esses aditivos proporcionam melhora no desempenho dos animais (BRAZ *et al.*, 2011). No entanto, a União Européia vetou o uso contínuo de pequenas inclusões de antibióticos na alimentação de animais destinados ao consumo humano (EC, 2003). O Brasil, por meio da instrução normativa nº 65, também passou a regulamentar o uso de medicamentos, suplementos, premixes, núcleos ou concentrados nas fábricas de rações (BRASIL, 2006).

Os acidificantes são apresentados como alternativas à substituição dos promotores de crescimento. Alguns têm sido alvo de pesquisas e, há evidências do efeito positivo dos ácidos cítrico e fumárico sobre o desempenho dos leitões na fase pós-desmame (HENRY *et al.*, 1985), do poder bactericida do diformato de potássio (CANIBE *et al.*, 2001) e do fórmico (KIM *et al.*, 2005) e aumento da digestibilidade das frações da dieta que contém ácido fumárico (BLANK *et al.*, 1999).

Os *Lactobacillus spp* produzem ácido láctico pela fermentação da lactose e contribuem na acidificação do meio estomacal (KIM *et al.*, 2005). Com isso, o leite da porca auxilia na redução do pH estomacal, quando comparada à

alimentação a base de grãos em leitões (KIM *et al.*, 2005; BARTELS e PENZ Jr, 1996).

A inclusão de ácido fumárico, como acidificante, em dietas à base de farelo de soja e milho pode contribuir para a digestibilidade em leitões na fase creche (GIESTING *et al.*, 1991). Embora, Easter (1993) relata que é possível diminuir a inclusão de acidificantes em dietas que possuem ingredientes de origem animal.

Os efeitos do uso dos acidificantes dependem do seu tipo e de sua concentração, da idade do animal, do ingrediente e da capacidade tamponante (CT) da dieta (ROCHA, 2006). A CT dos ingredientes das dietas é uma característica físico-química que influencia no pH da digesta e conseqüentemente na ativação de enzimas digestivas. Essa capacidade depende de fatores, como, qualidade da dieta, tipo de ingrediente e pode ser determinada por alguns métodos, entre eles, a taxa linear de tamponamento (TLT) (OLIVEIRA Jr *et al.*, 2010)

O tempo para o efeito da acidificação no trato digestório também deve ser considerado (MAXWELL *et al.*, 1993). Assim, o revestimento do acidificante com o auxílio de uma camada protetora, possibilita a liberação lenta e contínua do mesmo ao longo do trato digestório, contribuindo para prolongar sua ação no intestino delgado (FONTAINE, 1994).

Na literatura são encontrados resultados antagônicos de pesquisa com ácidos orgânicos para leitões na fase de creche. Isso ocorre, devido às características intrínsecas de cada ácido associadas às porcentagens de sua inclusão e da capacidade tamponante dos ingredientes presentes na dieta.

O objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de diferentes níveis de acidificante protegido sobre a digestibilidade fecal de dois tipos de dietas, simples e complexa, em leitões na fase pós-desmame.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Metabolismo Animal do Departamento de Zootecnia, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba - PR, durante dois períodos: de 18 a 28/10/2012 e de 20/11 a 02/12/2012.

Foram utilizados 48 leitões machos castrados, desmamados e mestiços Large White x Landrace (LWLD). O delineamento experimental usado foi em blocos ao acaso, com seis dietas (tratamentos), e quatro unidades experimentais (animais) por dieta e dois períodos (repetição no tempo). Os tratamentos eram formados por duas dietas (simples e complexa) com três níveis de acidificante (0, 0,4 e 0,8%), conforme Tabela 4.

Entre os períodos houve intervalo de 21 dias para desinfecção das instalações e vazio sanitário do ambiente. O primeiro período do experimento foi de 10 dias, sendo 5 dias de adaptação ao ambiente e às dietas, seguidos de 4-5 dias para a colheita de fezes. O segundo período foi de 13 dias, sendo 7 dias de adaptação ao ambiente e às dietas, seguidos de 6-7 dias para a colheita de fezes. Observou-se baixa produção fecal dos leitões no primeiro período, desta forma, aumentou-se o período de adaptação e colheita no segundo período.

No primeiro período, os leitões foram desmamados, em média, aos 20 dias de idade, com peso vivo médio de $7,06 \pm 0,76$ kg. Ocorreu perda de uma unidade animal no tratamento da dieta complexa com 0,8% de acidificante, sendo os dados descartados para não influenciar nos resultados³. No segundo período, os leitões possuíam idade média de desmame de 25 dias, com peso médio inicial de $7,40 \pm 0,69$ kg.

³ O leitão apresentou pirexia por 24 horas e anorexia. Foi realizada antibioticoterapia com amplo espectro por três dias como tratamento. Não foi diagnosticada a causa da doença.

Os leitões foram alojados em gaiolas metabólicas individuais de tamanho ajustável, com bebedouro tipo chupeta e com sistema de colheita de fezes. A temperatura do ambiente foi controlada com a utilização de condicionadores de ar e dois aquecedores à gás, sendo utilizados para monitorar a temperatura três termômetros dispostos no início, no meio e no final da sala de metabolismo. As temperaturas máxima e mínima médias registradas, respectivamente foram: no primeiro período 28°C e 32°C; no segundo período 27°C e 32°C.

De acordo com as recomendações das tabelas brasileiras (ROSTAGNO *et al.*, 2011) foram formuladas duas dietas basais experimentais para leitões na fase de creche. As dietas eram a base de milho e soja, sendo a dieta simples com inclusão de farinha de carne e ossos e a dieta complexa com adição de plasma e proteína láctea. A partir destas duas formulações, foram adicionados 0,4 e 0,8%, de acidificante NeoAcid PIG^{®4}, totalizando seis dietas (Tabela 4) com diferentes valores de capacidade tamponante, avaliadas através da taxa linear de tamponamento (TLT), sendo esta medida determinada para cada dieta de acordo com OLIVEIRA Jr *et al.* (2010).

Os animais receberam água à vontade. O arraçoamento diário foi dividido em quatro vezes, com intervalo de seis horas cada, sendo que a quantidade fornecida foi calculada de acordo com o peso metabólico ($PV^{0,60}$) de cada animal e ajustada ao nível de energia metabolizável das dietas basais. As sobras de ração foram coletadas após uma hora do seu fornecimento, identificadas, quantificadas e congeladas para posterior análise bromatológica.

⁴ NeoAcid PIG[®] é um acidificante comercial protegido por gordura, formado pela combinação de ácido fórmico, fumárico, cítrico, benzóico e lático. (Sanex Comércio e Indústria Veterinária LTDA).

TABELA 4 – COMPOSIÇÃO PERCENTUAL NA MATÉRIA NATURAL E VALORES ANALISADOS NA MATÉRIA SECA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS SIMPLES E COMPLEXAS DE ACORDO COM O NÍVEL DE INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE (0,0%; 0,4%; 0,8%).

Nível de acidificante	Dieta Simples			Dieta Complexa		
	0%	0,40%	0,80%	0%	0,40%	0,80%
INGREDIENTES %						
Milho	42,95	42,95	42,95	49,79	49,79	49,79
Farelo de soja 44,5%	25,62	25,62	25,62	12,52	12,52	12,52
Farinha de carne e ossos 45%	3,29	3,29	3,29	0,00	0,00	0,00
Concentrado protéico de soja	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
Soro de leite doce	20,24	20,24	20,24	12,47	12,47	12,47
Leite em pó desnatado	0,00	0,00	0,00	11,42	11,42	11,42
Plasma	0,00	0,00	0,00	5,04	5,04	5,04
Óleo de soja	3,90	3,78	3,66	3,68	3,56	3,44
BHT	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
DL-Metionina	0,21	0,21	0,21	0,17	0,17	0,17
L-Lisina	0,67	0,67	0,67	0,49	0,49	0,49
L-Treonina	0,29	0,29	0,29	0,21	0,21	0,21
L-Triptofano	0,08	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04
Calcário calcítico 35% Ca	0,00	0,00	0,00	0,78	0,78	0,78
Fosfato bicálcico 15% P	0,71	0,71	0,71	1,20	1,20	1,20
Cloreto colina 60%	1,39	1,39	1,39	1,35	1,35	1,35
Açúcar	0,56	0,28	0,00	0,56	0,28	0,00
Premix Mineral ¹	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix Vitamínico ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Acidificante	0,00	0,40	0,80	0,00	0,40	0,80
VALORES ANALISADOS						
Matéria seca (%)	91,67	91,40	91,28	91,23	91,27	91,45
Resíduo mineral (%)	6,40	6,01	6,13	5,76	5,82	6,25
Proteína bruta (%)	21,03	19,19	21,04	18,98	19,15	20,20
Fibra bruta (%)	4,86	4,71	4,21	4,52	4,01	4,34
EE ³ (%)	7,22	7,32	7,25	9,32	9,19	9,65
EB (kcal/kg) ⁴	4130,00	4177,00	4215,00	4333,00	4336,00	4382,00
FDN ⁵ (%)	12,80	12,78	13,42	10,99	11,31	10,78
FDA ⁶ (%)	3,85	3,66	3,95	3,13	3,30	3,17
Lignina (%)	0,20	0,20	0,22	0,20	0,20	0,21
Cálcio (%)	5,94	5,72	5,94	5,49	5,60	5,70
Fósforo (%)	5,90	5,90	5,98	5,65	5,75	5,99
TLT(mEq H+/g MS) ⁷	3,96	3,85	4,23	4,29	4,16	4,53

¹Níveis de garantia/kg de produto: 81 g/kg Fe; 51 g/kg Mn; 16 g/kg Cu; 200g/kg Zn; 990 mg/kg. ²Níveis de garantia/kg de produto: vitamina A, 4.000.000 UI; vitamina D3, 800.000 UI; vitamina E, 4.000 UI; Vitamina K3, 1.000 mg; Vitamina B2, 1.700mg; Vitamina B6, 500mg; Vitamina B12, 10.000 cg; Pantotenato de cálcio, 6.000 mg; Niacina, 8.000mg; Selênio,160 mg; BHT, 200 mg. ³EE, extrato etéreo. ⁴EB, energia bruta. ⁵Fibra detergente neutro. ⁶Fibra detergente ácido. ⁷TLT, taxa linear de tamponamento.

A colheita total das fezes foi realizada uma hora antes de cada arraçoamento. As fezes foram quantificadas, acondicionadas em sacos plásticos identificados e congeladas. Posteriormente, as amostras de fezes e sobras de alimento foram descongeladas e secas, individualmente por dia e horário de coleta, em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas. Na sequência, foram processadas em moinho ultracentrífugo com peneira anelar

(0,5 mm) e homogeneizadas em uma única amostra composta por animal, sendo submetidas à análise bromatológica.

As amostras de fezes e de alimento foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR para teor de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), resíduo mineral (RM), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB) conforme as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2000). As análises de cálcio (Ca) e fósforo (P) seguiram a metodologia de Zenebon *et al.* (2008). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram avaliados de acordo com a metodologia de Van Soest *et al.*, (1991) adaptada para ANKOM Fiber Analyzer (HOLDEN, 1999).

Os resultados foram submetidos à análise de variância com arranjo fatorial 2x3 (dietas vs. níveis de acidificante), com o auxílio do programa *XVI StatGraphics Centurion*, considerando como covariável a energia digestível consumida por kg de peso metabólico de cada animal ($PV^{0,60}$). O fator nível de acidificante foi desdobrado em contrastes ortogonais linear e quadrático com nível mínimo de significância de 5%. No caso de significância as regressões foram calculadas por análise de regressão polinomial. Também foi realizada comparação de médias dos efeitos principais e das interações com base no nível mínimo de significância de 5% (Teste de Fisher, LSD).

3. 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos CDF por tratamento estão demonstradas nas Tabela 5 e 6. Observou-se interação entre a dieta e o nível de acidificação para o CDF de todos os componentes avaliados ($P < 0,02$), exceto para o CDF do extrato etéreo ($P = 0,10$).

A inclusão de acidificante na dieta complexa não influenciou os CDF da matéria seca, matéria orgânica e energia bruta ($P>0,10$). De forma similar, Rego *et al.*, 2012 não observaram melhora no CDF da matéria orgânica em leitões que consumiram ácido cítrico, fumárico e fosfórico, Rufino (2013), Vilas Boas *et al.* (2014) e Silva (2006) não observaram melhora nos CDF da energia bruta e matéria seca em leitões na fase de creche alimentados com dieta contendo ingredientes proteicos de origem animal, adicionados, respectivamente, de ácidos láctico, fórmico, cítrico e butirato de sódio; ácidos fórmico, fumárico, acético, cítrico e propiônico; ácidos butírico e benzóico. Contudo, alguns autores observaram melhora no CDF da matéria seca (RICE *et al.*, 2002) e para o CDF da energia bruta (BLANK *et al.*, 1999) em leitões na fase de creche que consumiram dieta contendo ácido cítrico e fumárico, respectivamente.

TABELA 5 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DE DUAS DIETAS (SIMPLES E COMPLEXA) COM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDIFICANTE EM LEITÕES DESMAMADOS.

FRAÇÃO NUTRICIONAL	NÍVEL DE ACIDIFICANTE	TIPO DE DIETA			
		SIMPLES		COMPLEXA	
MS	0,00%	88,00 ± 0,65	Aa	86,60 ± 1,10	Ba
	0,40%	87,01 ± 0,86	Aab	86,72 ± 0,67	Aa
	0,80%	85,57 ± 0,69	Bb	86,99 ± 0,59	Aa
EB	0,00%	87,32 ± 0,80	Aa	84,99 ± 0,26	Ba
	0,40%	86,41 ± 0,67	Aab	84,75 ± 0,41	Ba
	0,80%	85,73 ± 0,24	Ab	84,03 ± 0,34	Ba
MO	0,00%	84,24 ± 0,27	Aa	83,99 ± 0,67	Aa
	0,40%	83,05 ± 0,91	Aab	83,34 ± 0,22	Aa
	0,80%	81,03 ± 1,12	Bb	83,11 ± 0,89	Aa
EE	0,00%	71,14 ± 1,03	Ba	73,25 ± 0,46	Aa
	0,40%	71,27 ± 1,15	Ba	72,93 ± 0,58	Aa
	0,80%	71,58 ± 0,36	Ba	73,01 ± 1,43	Aa
PB	0,00%	84,26 ± 1,01	Aa	78,72 ± 2,42	Bb
	0,40%	80,22 ± 1,32	Bb	84,67 ± 1,33	Aa
	0,80%	80,45 ± 1,43	Bb	84,52 ± 2,92	Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste LSD ($P<0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste LSD ($P<0,05$). MS, Matéria seca; MO, Matéria orgânica; EB, Energia Bruta; EE, Extrato Etéreo; PB, Proteína Bruta.

TABELA 6 - MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DE DUAS DIETAS (SIMPLES E COMPLEXA) COM DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDIFICANTE EM LEITÕES DESMAMADOS.

FRAÇÃO NUTRICIONAL	NÍVEL DE ACIDIFICANTE	TIPO DE DIETA			
		SIMPLES		COMPLEXA	
RM	0,00%	70,95 ± 0,64	Ab	68,57 ± 0,97	Ba
	0,40%	70,25 ± 0,59	Ab	68,03 ± 1,00	Ba
	0,80%	73,36 ± 1,07	Aa	68,45 ± 0,77	Ba
Ca	0,00%	74,10 ± 0,25	Ab	71,56 ± 1,06	Ba
	0,40%	73,45 ± 0,40	Ab	71,86 ± 1,26	Ba
	0,80%	75,85 ± 0,34	Aa	71,09 ± 0,67	Ba
P	0,00%	75,53 ± 0,74	Ab	73,81 ± 0,86	Ba
	0,40%	74,57 ± 0,62	Ab	73,73 ± 0,71	Ba
	0,80%	76,96 ± 0,45	Aa	73,15 ± 0,47	Ba
FDA	0,00%	61,87 ± 0,65	Ab	59,50 ± 0,25	Ba
	0,40%	63,56 ± 0,56	Aa	59,98 ± 0,86	Ba
	0,80%	60,99 ± 1,00	Ab	60,40 ± 0,84	Aa
FDN	0,00%	63,87 ± 0,80	Ab	62,53 ± 0,22	Ba
	0,40%	65,59 ± 1,01	Aa	62,22 ± 0,35	Ba
	0,80%	63,53 ± 0,49	Ab	61,83 ± 0,42	Ba
FB	0,00%	60,60 ± 0,17	Ab	60,25 ± 0,17	Aa
	0,40%	61,56 ± 0,21	Aa	60,10 ± 0,23	Aa
	0,80%	58,76 ± 0,41	Bb	60,84 ± 0,29	Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$). Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste LSD ($P < 0,05$). RM, Resíduo Mineral; Ca, Cálcio; P, Fósforo; FDA, Fibra Detergente Ácido; FDN, Fibra Detergente Neutro; FB, Fibra Bruta.

Para a dieta simples, o CDF da energia bruta foi superior e diferiu significativamente da dieta complexa ($P < 0,01$), possivelmente devido ao ingrediente energético utilizado na formulação ser diferente entre as dietas, simples e complexa. A dieta simples apresentou menor percentual de milho quando comparado à dieta complexa (Tabela 4). A distribuição do amido presente no milho influencia o CDF da energia bruta, ou seja, a energia do milho depende de como o amido se encontra armazenado no grão (FIALHO *et al.*, 1995).

Houve efeito linear negativo da inclusão de acidificante na dieta simples sobre os CDF da matéria seca ($y = -3,03x + 88,07$; $R^2 = 0,92$), da matéria

orgânica ($y = -4,01x + 84,37$, $R^2 = 0,78$) e da energia bruta ($y = -1,98x + 87,28$; $R^2 = 0,80$) (Figura 3). Dados que concordam com os obtidos pelo teste de médias (LSD), onde a inclusão de 0,8% de acidificante apresentou menores CDF para a matéria seca, matéria orgânica e energia bruta e foi diferente significativamente do tratamento com dieta simples sem inclusão de acidificante ($P < 0,01$), enquanto que o nível intermediário não foi diferente de nenhum outro tratamento para estas frações avaliadas ($P > 0,12$).

O acidificante protegido possui ação mais efetiva no intestino delgado (Brumano e Gattás, 2009), conseqüentemente pode influenciar na atividade enzimática no intestino, diminuindo o CDF de alguns componentes da dieta. Outro fator importante é a CT da dieta, a qual pode alterar o efeito do ácido no trato gastrointestinal (BLANK *et al.*, 1999). No presente experimento, a dieta simples com inclusão de 0,8% de acidificante apresentou alta capacidade tamponante, mensurada pela TLT, quando comparada à dieta simples sem acidificante, o que pode ter interferido no CDF de algumas frações avaliadas. Blank *et al.* (1999) constataram aumento do CDF da energia bruta em leitões alimentados com dietas com baixa CT adicionadas de ácido fumárico, enquanto leitões que consumiram dietas com alta CT contendo o mesmo ácido não apresentaram melhora no CDF deste componente. Os resultados condizem com Krygierowicz (2010), que observou influência da CT das dietas mensurada pela TLT sobre o CDF das frações do alimento.

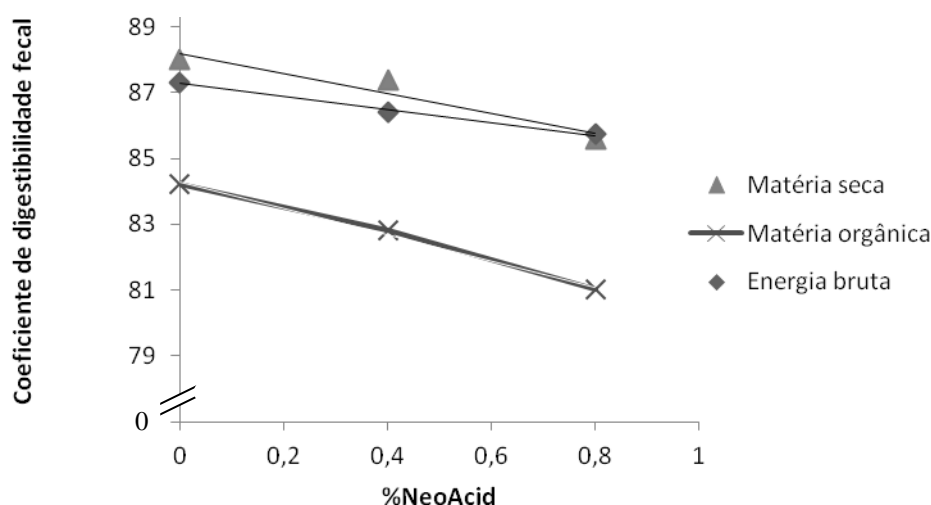


FIGURA 3 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DA MATÉRIA SECA, MATÉRIA ORGÂNICA E DA ENERGIA BRUTA DA DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.

A inclusão de acidificante não interferiu no CDF extrato etéreo para as dietas simples e complexa ($P=0,10$). Os resultados corroboram com Rego *et al.* (2012); Rego (2013); Rufino (2013), que não observaram melhora no CDF do extrato etéreo em leitões que consumiram dietas contendo, respectivamente, ácidos cítrico, fumárico e fosfórico; fórmico, acético, propiônico, láctico, fumárico, cítrico e ortofosfórico; butírico e benzóico. Porém, Krygierowicz (2010) observou aumento do CDF do extrato etéreo em leitões que receberam dieta contendo ácido cítrico, fumárico e fosfórico.

Houve diferença significativa para o CDF do extrato etéreo entre as duas dietas, simples e complexa, ($P<0,01$), possivelmente devido às características particulares dos diferentes ingredientes utilizados. Plasma, leite em pó desnatado, farinha de carne e ossos 45% e soro de leite em pó apresentam quantidades de extrato etéreo diferentes, sendo maior para o plasma (Pupa *et al.*, 1999; Rostagno *et al.*, 2011) o que pode ter contribuído para maior CDF do extrato etéreo para a dieta complexa.

Houve efeito quadrático do acidificante sobre o CDF da proteína bruta com comportamento de platô para as dietas simples ($y = 13,31x^2 - 15,41x +$

84,25; $R^2 = 0,60$) e complexa ($y = -19,08x^2 + 22,52x + 78,71$; $R^2 = 0,62$) (Figura 4). De acordo com o teste de médias (LSD) os CDF da proteína bruta para os dois tipos de dieta com inclusão de acidificante foram diferentes significativamente dos tratamentos sem acidificante ($P < 0,01$), sendo que para a dieta complexa houve aumento do CDF e para a dieta simples houve diminuição do CDF. Os resultados não corroboram com Blank *et al.* (1999), que constataram aumento do CDF da proteína bruta em leitões alimentados com dietas com baixa CT adicionadas de ácido fumárico, enquanto leitões que consumiram dietas com alta CT contendo o mesmo ácido não apresentaram melhora no CDF deste componente. Também de forma antagônica, Kil (2006) não observou melhora no CDF da proteína bruta em leitões alimentados com dietas contendo ingredientes proteicos de origem animal adicionadas de ácido fumárico, fórmico e láctico. Os resultados do presente experimento discordam com alguns autores, que observaram aumento do CDF da proteína bruta em leitões desmamados que consumiram dieta simples a base de milho e soja contendo ácido fumárico (LANFERDINI *et al.*, 2009; BLANK *et al.*, 1999). Contudo, no presente experimento, a dieta considerada simples não é a base de milho e farelo de soja e apresenta constituintes substitutos ao farelo de soja, como soro de leite doce e farinha de carne e ossos. Desta forma, o CDF dos componentes da dieta simples foram mais altos quando comparados ao CDF da proteína bruta para as dietas simples a base de farelo de soja observadas na literatura, que são em média 71,61% (SILVA, 2006) e 70,81% (GABERT *et al.*, 1995). Assim, o acidificante pode não ter aumentado o CDF na dieta simples do presente experimento, devido aos ingredientes proteicos utilizados na dieta simples já apresentarem valores altos de CDF.

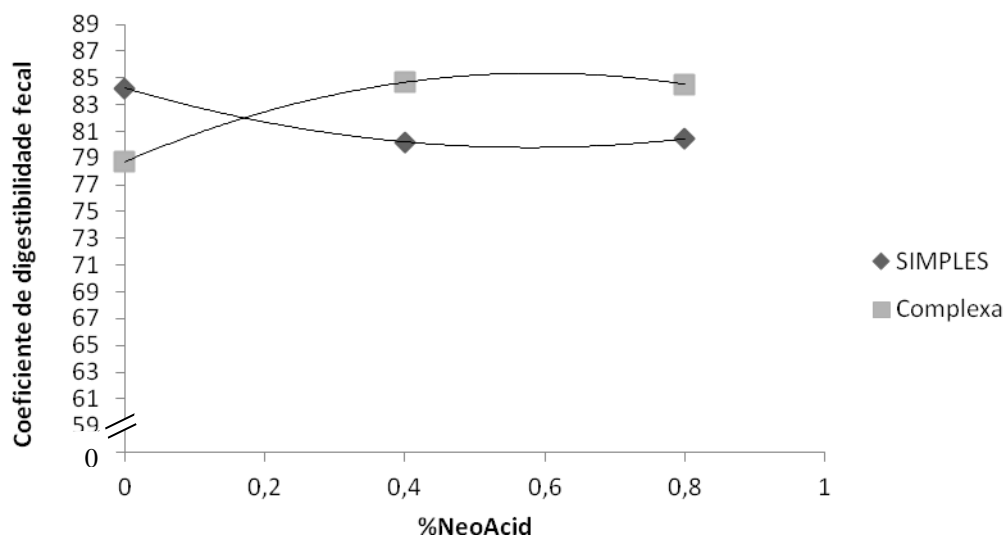


FIGURA 4– RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DA PROTEÍNA BRUTA DAS DIETAS (SIMPLES E COMPLEXA) EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.

Não houve efeito da adição de acidificante sobre os CDF do resíduo mineral, cálcio e fósforo para a dieta complexa ($P > 0,15$). De forma similar, alguns autores não observaram aumento dos CDF do resíduo mineral, fósforo e cálcio em leitões que consumiram dietas contendo ácidos cítrico, fumárico e fosfórico (REGO *et al.*, 2012) fumárico, fórmico e láctico (KIL, 2006); do CDF do cálcio com dietas contendo ácido cítrico, fumárico e fosfórico (KRYGIEROWICZ, 2010); para os CDF do resíduo mineral e fósforo contendo ácido butírico e benzóico (RUFINO, 2013).

De forma antagônica, Krygierowicz *et al.* (2009) e Krygierowicz (2010) observaram aumento do CDF do resíduo mineral com a inclusão de ácido cítrico, fumárico e fosfórico, sendo que Krygierowicz (2010) observou tendência para o aumento do CDF do fósforo e Rufino (2013) observou diminuição do CDF do cálcio em suínos alimentados com ácido butírico.

Houve efeito quadrático sobre os CDF do resíduo mineral ($y = 11,90x^2 - 6,51x + 70,94$, $R^2 = 0,87$); cálcio ($y = 9,25x^2 - 5,10x + 74,01$, $R^2 = 0,62$) e fósforo ($y = 10,46x^2 - 6,58x + 75,53$, $R^2 = 0,83$), sendo a maior média observada em torno da inclusão de 0,8% de acidificante para a dieta simples

(Figura 5). Pelo teste de LSD, a inclusão de 0,8% foi superior e diferente de forma significativa dos demais tratamentos para a dieta simples, o que sugere que foi necessário maior quantidade de acidificante para tornar o meio gastrointestinal mais favorável a absorção dos minerais. A absorção do cálcio é facilitada pelo baixo pH da digesta, importante para a solubilidade deste elemento químico (HAYS & SWENSON, 1996). Radcliffe *et al.* (1998) observou melhora no CDF do cálcio em leitões alimentados com dieta simples a base de milho e soja contendo ácido cítrico, além de diminuição do pH da digesta estomacal destes leitões.

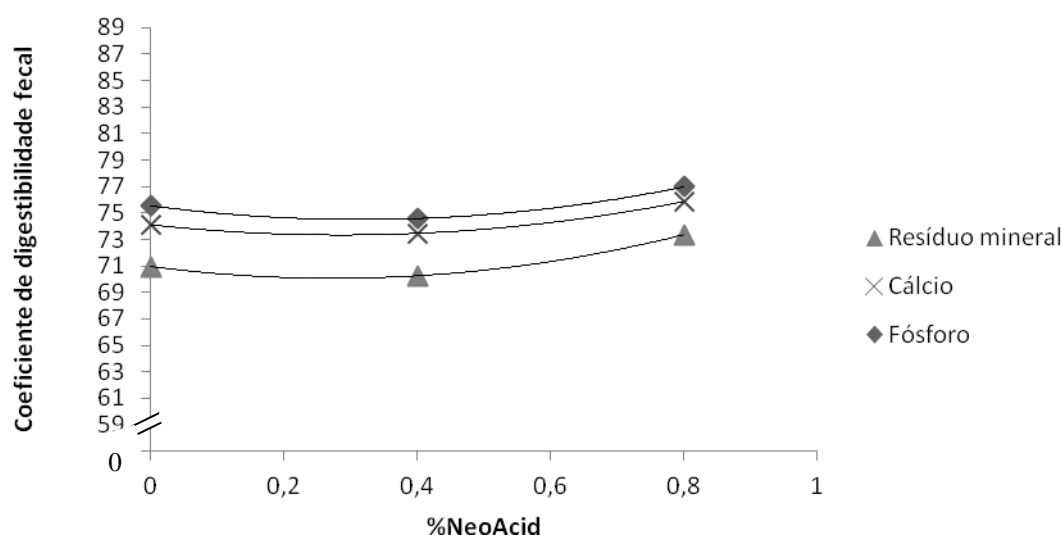


FIGURA 5 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DO RESÍDUO MINERAL, DO CÁLCIO E DO FÓSFORO DA DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.

Houve diferença significativa entre os tipos de dieta, simples e complexa, sobre os CDF do resíduo mineral, cálcio e fósforo ($P < 0,01$). As diversas fontes de cálcio apresentam biodisponibilidade desiguais (McDOWELL, 1992), sendo que a concentração das fontes deste mineral foram diferentes entre as dietas, simples e complexa, do presente experimento, o qual poderia ter influenciado

no maior CDF do cálcio em leitões alimentados com a dieta simples. As principais fontes de cálcio e fósforo na dieta simples foram farinha de carne e ossos e na dieta complexa fosfato bicálcico. Vários aspectos podem interferir no CDF das fontes de cálcio e fósforo, como pH do meio, diâmetro de partícula (DGM), sendo que as diversas fontes podem apresentar CDF semelhantes ou não, dependendo destes fatores (CAMPESTRINI, 2005).

Não houve diferença dos CDF da fibra detergente ácido, fibra detergente neutro e fibra bruta com o uso de acidificante para a dieta complexa ($P > 0,12$). Contudo, houve efeito quadrático da inclusão de acidificante sobre os CDF da fibra detergente ácido ($y = -13,30x^2 + 9,53x + 61,87$, $R^2 = 0,65$); fibra detergente neutro ($y = -11,67x^2 + 8,96x + 63,87$, $R^2 = 0,83$); e fibra bruta ($y = -11,71x^2 + 7,06x + 60,60$, $R^2 = 0,61$) para a dieta simples (Figura 6), sendo as maiores médias próximas à inclusão de 0,4%. Rego *et al.* (2012) observaram aumento do CDF da fibra detergente ácido em leitões com a inclusão de 1 kg de mistura contendo ácido cítrico, fumárico e fosfórico e diminuição do CDF da fibra detergente ácido com a inclusão de 2 kg da mesma mistura por tonelada de ração.

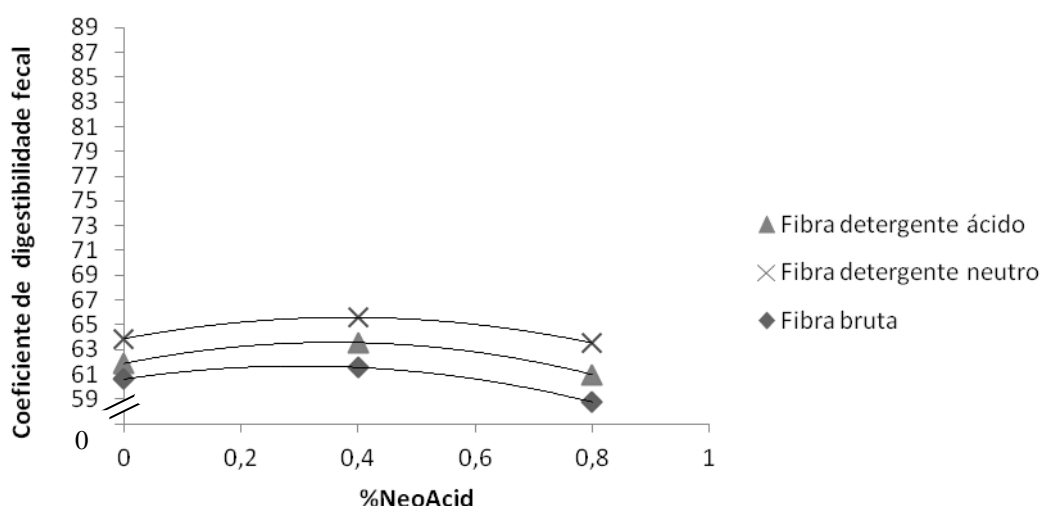


FIGURA 6 – RELAÇÃO DA INCLUSÃO DE ACIDIFICANTE NEOACID PIG® COM OS COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDADE FECAL DA FIBRA DETERGENTE ÁCIDO, DA FIBRA DETERGENTE NEUTRO E DA FIBRA BRUTA DA DIETA SIMPLES EM LEITÕES NA FASE DE CRECHE.

A mistura de ácidos do presente experimento, por ser de ácidos protegidos com gordura, espera-se que os mesmos cheguem em quantidade significativa no intestino, influenciando na composição da digesta e da microbiota presente no intestino grosso. As bactérias celulolíticas apresentam crescimento comprometido em faixas de pH em torno da neutralidade (VAN SOEST, 1994) e o tempo do efeito da acidificação no trato digestório é importante para ação do acidificante, visto que os ácidos orgânicos são facilmente absorvidos (MAXWELL *et al.*, 1993). Desta forma, o encapsulamento do ácido por meio de uma camada protetora, aumenta o tempo de acidificação no intestino delgado, devido a liberação lenta do acidificante protegido (FONTAINE, 1994). Assim, no presente experimento, a acidificação do meio intestinal com a inclusão de 0,8% de acidificante pode ter influenciado na atividade das bactérias celulolíticas, comprometendo a digestão do material fibroso.

Os resultados encontrados na literatura são adversos em relação ao uso de acidificante. É necessário que se tenha mais estudos que levem em consideração a característica dos ácidos e dos ingredientes utilizados nas dietas.

3.4 CONCLUSÃO

Os efeitos da inclusão de acidificante mudaram de acordo com a composição da dieta utilizada. A dieta considerada simples apresentou altos valores de digestibilidade para os componentes estudados, e de maneira geral a inclusão de acidificantes diminuiu linearmente esses valores, exceto para os minerais, onde a inclusão de 0,8% favoreceu a digestibilidade.

Para a dieta complexa a inclusão de acidificante influenciou apenas a digestibilidade da proteína bruta, promovendo um acréscimo de aproximadamente 7,5% na digestibilidade dessa fração quando comparada à dieta complexa sem acidificação.

3.5 REFERÊNCIAS

BLANK, R.; MOSENTHIN, R.; SAUER, W.C.; HUANG, S. Effect of fumaric acid and dietary buffering capacity on ileal and fecal amino acid digestibilities in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science** v.77,p.2974-2984, 1999.

BARTELS, H.; PENZ JR, A.M. Nutrição de leitões nas fases de pré e pós desmame. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 1996, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro, 1996 p.12.1996

BRAZ, D.B., COSTA,L.B., BERENCHTEIN, B., TSE, M.L.P., ALMEIDA, V.V., MIYADA, V.S. Acidificantes como alternativa aos antimicrobianos promotores do crescimento de leitões. **Archivos de Zootecnia**, v.60, p.745-746, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n.64. Diário Oficial da União**. Brasília: MAPA, 2006.

BOUDRY, G.; NEMCOVA, R.; GARCANCIKOVA, S. et al. Weaning induces both transient and long-lasting modifications of absorptive, secretory, and barrier properties of piglets intestine. **Journal of Nutrition**, v.134, n.9, p.2256-2262, 2004.

BRUMANO, G. GATTÁS, G. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento em rações de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, n.2, p.856–875, 2009

CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.4, p.221–234, 2005.

CANIBE, N., STEIEN, S.H., OVERLAND, M., JENSEN, B.B. Effect of K-diformate instarter diets on acidity, microbiota, and the amount of organic acids in the digestive tract of piglets, and on gastric alterations. **Journal of Animal Science**, v. 79, n.8, p. 2123-2133, 2001.

EASTER, R. A. Acidification of diets for pigs. In: 2°RECENT DEVELOPMENTS IN PIG NUTRICION, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham. 1993. p.256-266.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H.P.; ALBINO, L.F.T. Chemical composition, digestible protein and energy values of some alternative feedstuffs for pigs in

Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.55, n.3/4, p. 239-245, 1995.

FONTAINE, J. Acidifying pig started rations. **Feed Mix**, v. 2, n. 3, p. 23-25, 1994.

GABERT, V. M., SAUER, W. C., SCHMITZ, M., AHRENS, F. AND MOSENTHIN, R. The effect of formic acid and buffering capacity on the ileal digestibilities of amino acids and bacterial populations and metabolites in the small intestine of weanling pigs fld semipurified fish meal diets. **Journal of Animal Science**. 75: 615-623. 1995.

GIESTING, D.W, ROOS, M.A & EASTER, R.A. Evaluation of the effect of fumaric acid and sodium bicarbonate addition on performance of starter pigs fed diets of different types. **Journal of Animal Science**. 69:2489- 2496. 1991

HAYS, V. W.; SWENSON, M. J. Minerais. **DUKES – Fisiologia dos Animais Domésticos**. Editado por SWENSON. M. J. e REECE, W.O. Editora Guanabara Koogan, 11° edição, 1996. 487 p.

HENRY, R. W.; PICKARD, D. W.; HUGUES, P. E. Citric acid and fumaric acid as food additives for early-weaned piglets. **Animal Production**, v. 40, p. 505-509, 1985.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 1791-1794, 1999.

KIL, D. Y. Effects of organic or inorganic acid supplementation on growth performance, nutrient digestibility and white blood cell counts in weanling pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 19, n. 2, p. 252-261, 2006.

KIM, Y.Y.; KIL, D. Y.; K. Han, H. K. OH.; HAN, K. Acidifier as an Alternative Material to Antibiotics in Animal Feed. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, vol. 18, n. 7 p. 1048-1060, 2005.

KIRCHGESSNER, M. & ROTH, F.X. Fumaric acid as a feed additive in pig nutrition. **Pig News Information** v.3, p.259,1982.

KRYGIEROWICZ, E. C.; CAMARGO, E. G.; REGO, J. C. C.; et al. Avaliação da digestibilidade aparente total de dietas para leitões contendo diferentes níveis de acidificantes. In: 46ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá, 2009.

KRYGIEROWICZ, E.C. **Taxa linear de tamponamento como estimadora de efeitos nutricionais da acidificação da dieta para leitões**. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010

LANFERDINI, E.; LOVATTO, P.A.; ANDRETTA, I. et al. Ácido fumárico na alimentação de leitões em creche: uma meta-análise. In: SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2009, Dois Vizinhos. **Anais...**Dois Vizinhos, 2009, p. 689-694.

MANUGISTICS. **Statgraphics Plus for Windows**. (versão 4.1). Rockville, Maryland, 1997. CD-ROM.

MAXWELL, C.V., SOHN, K.S., BROCK, K.S. Effect of acidification on starter pig performance. **Animal Science Research Report, Agricultural Experiment Station**, Oklahoma State University. p. 333-339.1993.

McDOWELL, R. L. Calcium and phosphorus. Minerals in animal and human nutrition. **Academic Press**, p.31-32, 1992.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.M.; BOCKOR, L.; EGGERS, M.; GIERUS, M. ; DITTRICH, J. R; WARPECHOWSKI, M. B. Linearização de curvas de titulação para determinação da capacidade tamponante da fibra de alimentos em faixas amplas de pH. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p.55-61, 2010.

PUPA, J.M.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. et al. Determinação da digestibilidade dos nutrientes e da energia de alimentos utilizados em dietas para leitões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 9., 1999, Belo Horizonte. **Resumos...** Belo Horizonte: MINASCENTRO, 1999. p.409-410.

RADCLIFFE, J.S.; HANG, Z.; KORNEGAY, E.T. The Effects of Microbial Phytase, Citric Acid, and Their Interaction in a Corn-Soybean Meal-Based Diet for Weanling Pigs. **Journal of Animal Science**. V.76, n.7,p. 1880-1886, 1998

REGO, J.C.C et al. Acidificação da dieta e a digestibilidade de nutrientes em leitões. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**.v. 10, n. 1, p. 105-111, jan./mar, 2012.

REGO, J.C.C. **Efeito de alguns aditivos sobre desempenho, digestibilidade e pH do trato gastrointestinal de leitões**. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

REGULATION (EC) No 1831/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of European Union**, v. 268, p. 29-43, 2003.

RICE, J.P.; PLEASANT, R.S.; RADCLIFFE, J.S. The Effect of Citric Acid, Phytase, and Their Interaction on Gastric pH, and Ca, P, and Dry Matter Digestibilities. **Purdue University Swine Research Report**. Purdue University, West Lafayette. p.36-42, 2002

ROCHA, E. V. H. **Utilização de ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões dos 7 aos 20 kg**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

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

RUFINO, L. M. **Ácidos orgânicos e fitase em rações para leitões desmamados**. 117 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, 2013.

SILVA, A.M.R. **Maltodextrina e acidificante em rações para leitões na fase de creche sobre desempenho, viabilidade econômica e digestibilidade**. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SILVA, D. J. & QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. 235 p. Viçosa- UFV, 2006.

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2. Ed. Ithaca, Cornell University, 1994. 528p.

VILAS BOAS, A.D.C.; BUDIÑO, F.E.L.; TRINDADE NETO, M. A.; MONFERDINI, R.P.; DADALT, J.C.; SCHMIDT, A. Ação dos ácidos orgânicos sobre a digestibilidade dos nutrientes para leitões desmamados. In: VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2014, Estância de São Pedro, SP, **Anais...** Estância de São Pedro, 2014.

ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coord.) **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 754 p.

CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, a adição de acidificante à dieta simples influenciou nos coeficientes de digestibilidade ileal e fecal das frações do alimento, exceto para o extrato etéreo. A inclusão de 0,8% de acidificante promoveu, dependendo do nutriente avaliado, aumento ou redução dos coeficientes de digestibilidade ileal e fecal para a dieta simples.

A dieta simples apresentou altos valores dos coeficientes de digestibilidade ileal e fecal para os componentes avaliados, quando comparada às dietas consideradas simples na literatura. Porém, a dieta simples do presente estudo possui ingredientes proteicos de origem animal, sendo diferente das dietas consideradas simples na literatura, que são a base de farelo de soja.

A capacidade tamponante da dieta complexa mensurada pela taxa linear de tamponamento foi considerada alta, o que pode ter justificado a ausência da ação da acidificante sobre os coeficientes de digestibilidade ileal e fecal dos nutrientes estudados. Contudo, o acidificante promoveu um acréscimo nos coeficientes de digestibilidade ileal e fecal para a dieta complexa.

As médias da digestibilidade ileal do presente estudo podem ter sido superestimadas, visto que elas foram próximas às médias da digestibilidade fecal para cada componente nas duas dietas estudadas. Contudo, a digestibilidade ileal não considera a ação da microbiota presente no intestino grosso sobre o metabolismo dos nutrientes, fazendo com que ela seja mensurada de forma mais eficiente, quando comparada à digestibilidade fecal.

Novas pesquisas são importantes para se estudar a ação dos acidificantes sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes do alimento, sendo que os ingredientes utilizados nas dietas também exercem função importante nesta ação.

APÊNDICE

Tabela 7 – Médias das variáveis peso médio inicial (PMin), peso médio final (PMf), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) para as dietas simples e complexa

Variáveis	Dietas		Valor de P
	Simple	Complexa	
Pmin	7,97	8,05	
PMf	8,72	8,80	
CR	0,215	0,231	0,404
GPD	0,149	0,152	0,835
CA	2,12	2,09	0,981

Adaptado de Rego (2013)

ANEXO**Anexo 1 - APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE
CIÊNCIAS
AGRÁRIAS**

Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA SCA

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo no. 039/2011, referente ao projeto “ Avaliação de métodos de determinação da capacidade tamponante de alimentos para suínos na fase pré-inicial ”, sob a responsabilidade de Marson Bruck Warpechowski, na forma que foi apresentado (utilizando 48 animais), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Setor de Ciências Agrárias, em reunião realizada dia 30 de setembro de 2011.

CERTIFICATE

We certify that the protocol number 039/2011, regarding the project “Evaluation of methods for buffering rate determination in feeds for piglets”, in charge of Marson Bruck Warpechowski, in the terms it was presented (using 48 animals), was approved by the Animal Use Ethics Committee of the Agricultural Sciences Campus of the Universidade Federal do Paraná (Federal University of the State of Paraná, Southern Brazil) during session on September 2011.

Curitiba, 30 de setembro de 2011.

Geraldo Camilo Alberton
Presidente

Patrick Schnidt
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná.

VITA

Tatiana Carolina Gomes Dutra de Souza nasceu no dia 01 de junho de 1984 na cidade de Belo Horizonte – MG.

Em 2004, iniciou a graduação em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Viçosa em Viçosa – MG.

Entre os anos de 2005 e 2010 cursou Medicina Veterinária na Universidade Federal de Minas Gerais em Belo Horizonte – MG.

No ano de 2010, mudou para o estado da Bahia para trabalhar como veterinária extensionista.

Em 2011, mudou para o estado do Paraná, onde desde então trabalha como médica veterinária em granjas de suínos na região dos Campos Gerais – PR.

Entre os anos de 2012 e 2013, cursou Especialização em Nutrição e Alimentação Animal na PUC, *campus* São José dos Pinhais – PR.

Em março de 2013, iniciou o Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, em nível de Mestrado (área de concentração Nutrição Animal) na Universidade Federal do Paraná, em Curitiba – PR.

Em 2014, iniciou como professora auxiliar do curso de Medicina Veterinária da Faculdade Cescage em Ponta Grossa – PR, lecionando as seguintes disciplinas: suinocultura, doenças de suínos, avicultura, melhoramento genético, anatomia veterinária e defesa sanitária animal.

Em março de 2015 submeteu-se à banca de defesa da dissertação do mestrado.