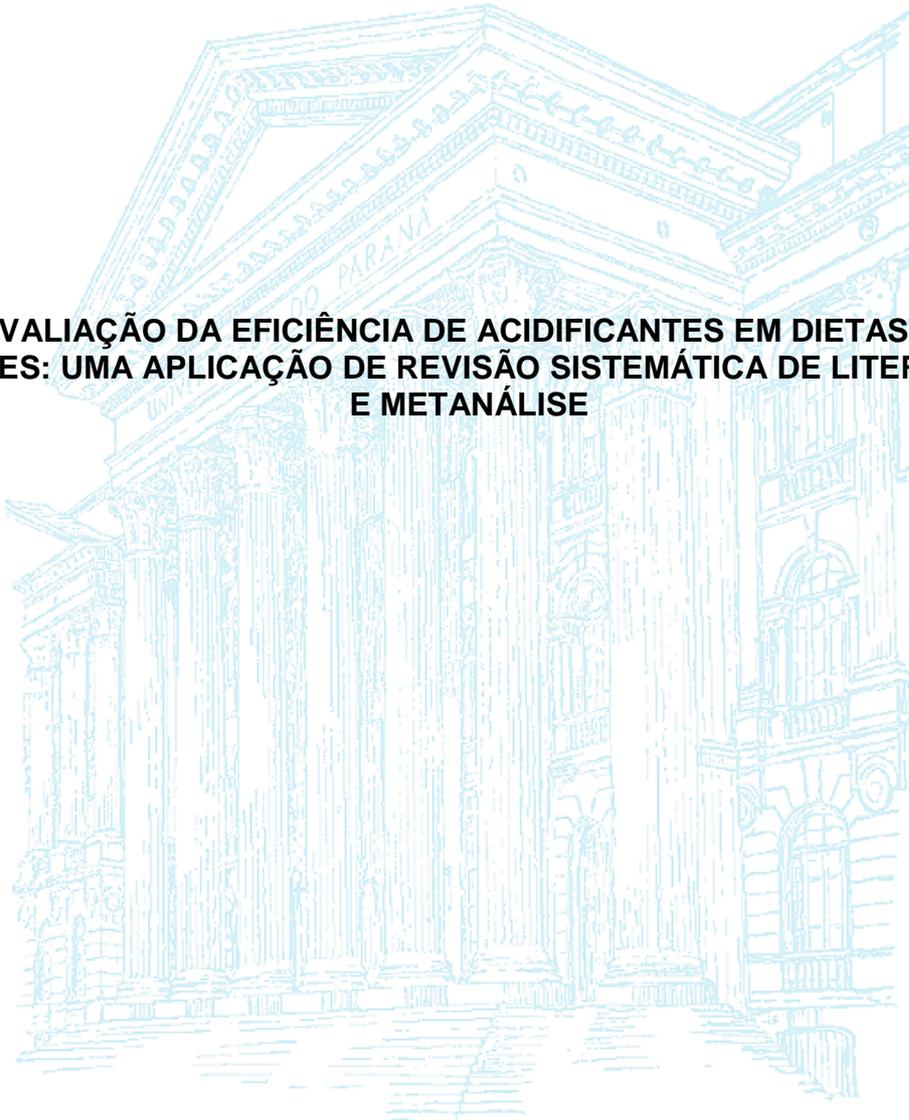


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PATRICIA APARECIDA BASNIAK



**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ACIDIFICANTES EM DIETAS DE
LEITÕES: UMA APLICAÇÃO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA
E METANÁLISE**

CURITIBA
2010

PATRICIA APARECIDA BASNIAK

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ACIDIFICANTES EM DIETAS DE
LEITÕES: UMA APLICAÇÃO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA
E METANÁLISE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Ciências Veterinárias, linha de pesquisa Nutrição e Alimentação Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski

CURITIBA
2010

B316 Basniak, Patrícia Aparecida
Avaliação da eficiência de acidificantes em dietas de leitões :
uma aplicação de revisão sistemática de literatura e metanálise /
Patrícia Aparecida Basniak. – Curitiba, 2010.
40f. : il. (color.) ; 23 cm

Orientador: Marson Bruck Warpechowski
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Ciências Veterinárias, 2010

Suíno – Nutrição. 2. Nutrição animal. 3. Suíno – Alimentação
e rações. 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

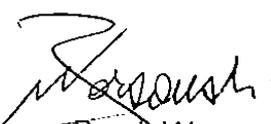
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

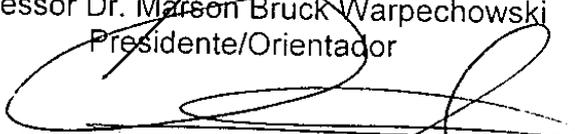


PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada "AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ACIDIFICANTES NA DIETA DE LEITÕES: UMA APLICAÇÃO DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA E METANÁLISE" apresentada pela Mestranda Patrícia Aparecida Basniak, 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 APTA para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 23 de fevereiro de 2010


Professor Dr. Marson Bruck Warpechowski
Presidente/Orientador


Professor Dr. Antonio João Scandolera
Membro


Professor Dr. Paulo Alberto Lovatto
Membro

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Marson Bruck Warpechowski, pela oportunidade e pela ajuda na execução deste trabalho, sempre com muita atenção e dedicação.

Aos demais professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Paraná, pelos ensinamentos e disposição em sempre ajudar, em especial ao Professor Antônio João Scandolera. E ao Professor Paulo Alberto Lovatto da UFSM pela ajuda e pelas correções.

A todos os colegas de mestrado e amigos, em especial: Elaine e Rosana que estiveram ao meu lado todos os momentos, aos colegas que já posso chamar de Mestres: Juahil, Luciane e Vanessa e a todos os estagiários do LabSisZoot.

Aos meus amigos que sempre estão dispostos a me ajudar e me apoiar: Adriana, Marília, Débora, Luiz Fernando, Marco Antônio, Toshio, Fernando e Alexandre.

A CAPES, pelos meses que recebi bolsa de estudos durante o mestrado.

RESUMO

O objetivo com o estudo foi avaliar a eficiência de acidificantes em dietas para leitões a partir da metanálise de dados obtidos por revisão sistemática de literatura. O trabalho foi realizado no Laboratório de Sistematização, Análise e Modelagem em Produção e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (LabSisZoot). A descrição detalhada e a avaliação da metodologia utilizada para a revisão sistemática são apresentadas no Capítulo 2. A busca foi realizada de forma independente por dois grupos de pesquisadores, em quatro bases bibliográficas eletrônicas, sendo localizados 307 artigos aparentemente pertinentes, publicados no período de 1998 a 2008, dos quais 24 foram selecionados. A repetibilidade da metodologia de busca e do teste de relevância para seleção de artigos foi classificada como muito boa (índice de concordância kappa geral de 86%). No Capítulo 3 é apresentada a avaliação da eficiência de acidificantes em dietas para leitões a partir da metanálise. Foram utilizados 12 artigos da base anterior, que possuíam pelo menos um tratamento controle e um com acidificante, incluindo sua composição e dosagem. O banco de dados conteve 51 dietas, com nove ácidos isolados e 24 misturas, e 2.032 animais de ambos os sexos (média de $10 \pm 7,6$ leitões por tratamento), desmamados entre 15 e 28 dias (média de $23,5 \pm 4,4$) e com pesos médios inicial e final respectivamente de $7,97 \pm 2,24$ e $13,54 \pm 5,39$ kg. Foram realizadas análise gráfica, de correlação linear e de variância-covariância, para o consumo médio diário de alimento (CMD), ganho de peso médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA), expressos g/dia e em porcentagem da diferença em relação a cada grupo controle, avaliando-se os efeitos de sexo, idade, acidificante e nível de acidificação (NA, calculado em mEq H^+ /kg de dieta), além da codagem intra e interexperimentos e um índice de ponderação pela qualidade dos dados publicados. Em geral, o NA se correlacionou positivamente com a alteração % no GMD ($r=0,41$, $p<0,01$) e no CMD ($r=0,31$, $p<0,01$), e negativamente com a alteração na CA ($r=-0,34$, $p<0,01$), e foi a variável de maior importância nas análises de variância-covariância, seguida da idade dos leitões. Em geral o efeito do uso de ácidos aumenta com o NA ($P<0,01$), mas diminui com a idade dos leitões ($p<0,01$). O CMD melhorou com uso de ácidos benzóico e glucônico, e o GMD com os ácidos acético, benzóico, fumárico e duas misturas de ácidos, e a CA com os ácidos acético, benzóico, málico e duas outras misturas. Os melhores modelos testados explicaram apenas 74-76% da variação no CMD e GMD, restando muito a ser explicado. É possível melhorar o desempenho de leitões na fase pós desmame com a utilização de acidificantes, mas o efeito depende do nível de acidificação, da idade dos leitões e do acidificante utilizado. O estudo de outros fatores envolvidos deve ser estimulado.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, desempenho, metodologias de pesquisa, suínos

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the efficiency of acidifying diets for piglets from the meta-analysis of data obtained by systematic review of literature. The work was conducted at the Laboratory of Systematics, Modeling and Analysis in Production and Animal Nutrition Department of Animal Science, Federal University of Parana (UFPR-LabSisZoot). The detailed description and evaluation of the methodology for the systematic review are presented in Chapter 2. The search was performed independently by two groups of researchers in four electronic bibliographic databases, and is located 307 apparently relevant articles published from 1998 to 2008, of which 24 were selected. The repeatability of the search method and the test of relevance for selection of articles was rated as very good (kappa index of 86% overall). In Chapter 3 presents the evaluation of the efficiency of acidifying diets for pigs from the meta-analysis. A total of 12 articles of the previous base, which had at least one control and with an acidifier, including their composition and dosage. The database contained 51 diets, with nine isolates and 24 acid mixtures, and 2,032 animals of both sexes (mean 10 ± 7.6 piglets per treatment), weaned between 15 and 28 days (mean $23.5 \pm 4, 4$) and weighted average initial and final respectively of 7.97 ± 2.24 and 13.54 ± 5.39 kg. Were performed graphical analysis, linear correlation and variance-covariance to the average daily feed intake (ADFI), average daily weight (DWG) and feed efficiency (FE), expressed as g/day and percentage of difference in each control group, evaluating the effects of sex, age, acidifier and level of acidification (LA calculated in mEq H^+ /kg diet), plus encoding and intra-and interexperimentos and an index weighted by the quality of data published . In general, the NA was positively correlated with % change in ADFI ($r=0.41$, $p<0.01$) and DWG ($r=0.31$, $p<0.01$) and negatively with the change in FE ($r = -0.34$, $p<0.01$), and was the most important variable in the analysis of variance-covariance, followed by the age of the piglets. In general the effect of the use of acids increases with the LA ($p<0.01$) but decreases with age of piglets ($p<0.01$). The ADFI improved with the use of benzoic acid and gluconic and acetic acids with the DWG, benzoic, fumaric acid and mixtures of two, and FE with acetic acid, benzoic acid, malic acid and two other mixtures. The best models tested explained only 74-76% of variation in ADFI and DWG, leaving much to be explained. You can improve the performance of piglets after weaning with the use of acidifying, but the effect depends on the level of acidification, the age of piglets and acidifier used. The study of other factors involved should be encouraged.

Key words: organic acids, performance, research methodologies, pigs

LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1 - Gráfico da influência do nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para o consumo médio diário de ração (CRMD) em gramas (g)27
- Figura 3.2 - Gráfico da influência do nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para o ganho de peso médio diário (GPMD) em gramas (g)27
- Figura 3.3 - Gráfico da influência do nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para a conversão alimentar (CA) em gramas (g:g)28
- Figura 3.4 - Gráfico de dispersão dos valores preditos em relação aos observados pela equação de regressão do consumo médio diário de ração (CMDR) em porcentagem do grupo controle em relação ao nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g)32
- Figura 3.5 - Gráfico de dispersão dos valores preditos em relação aos observados pela equação de regressão do ganho de peso médio diário (GPMD) em porcentagem do grupo controle em relação ao nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g) (P<0,01) , bloqueado por artigo (P=0,35) de acordo com a idade média dos leitões (Idm) (P=0,013) ..32
- Figura 3.6 - Gráfico de dispersão dos valores preditos em relação aos observados pela equação de regressão da conversão alimentar (CA) em porcentagem do grupo controle em relação ao nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g).....33

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 - Distribuição dos trabalhos segundo critérios de elegibilidade e respostas dos avaliadores | 7 |
| Tabela 2.2 - Distribuição dos trabalhos segundo critérios de inclusão/exclusão e respostas dos avaliadores | 8 |
| Tabela 2.3 - Valores da Concordância bruta, do índice de concordância Kappa e sua classificação de acordo com as características avaliadas aplicados nos resumos selecionados..... | 9 |
| Tabela 2.4 - Motivos de exclusão dos estudos na aplicação do teste de relevância nos resumos selecionados | 9 |
| Tabela 2.5 - Valores da Concordância bruta, do índice de concordância Kappa e sua classificação de acordo com as características avaliadas aplicados nos artigos completos | 11 |
| Tabela 3.1- Características das publicações utilizadas na metanálise sobre o uso de acidificantes em dietas para leitões no pós desmame | 20 |
| Tabela 3.2 – Principais ingredientes e composição média das dietas | 22 |
| Tabela 3.3 - Descrição dos níveis médios de acidificação total de cada tipo de acidificante (mEq H ⁺ /g dieta)..... | 24 |
| Tabela 3.4 - Coeficientes de correlação entre as variáveis (percentagem da diferença em relação ao valor do controle) presentes no banco de dados utilizados para a metanálise | 25 |
| Tabela 3.5 - Estatística descritiva dos resultados originais das variáveis para as características de desempenho das pesquisas com acidificantes em dietas pré-iniciais para leitões..... | 26 |
| Tabela 3.6 - Respostas médias de acordo com o tipo de acidificante utilizado de acordo com a diferença do valor controle em relação aos de desempenho zootécnico dos leitões | 29 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AO – ácidos orgânicos

CA – conversão alimentar

CR – consumo de ração

CRMD – consumo de ração médio diário

EA – eficiência alimentar

ID – idade ao desmame

Idm – idade média

GP – ganho de peso

GPMD – ganho de peso médio diário

MA – metanálise

NA – nível de acidificação

PVm- peso vivo médio

RS – revisão sistemática de literatura

TGI – trato gastrintestinal

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| CAPÍTULO 2 - REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA UTILIZADA NA PRODUÇÃO ANIMAL EM UM ESTUDO SOBRE ACIDIFICANTES PARA LEITÕES | |
| 2.1 INTRODUÇÃO | 4 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 5 |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 7 |
| 2.4 CONCLUSÕES | 13 |
| 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 14 |
| CAPÍTULO 3 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ACIDIFICANTES NO DESEMPENHO DE LEITÕES UTILIZANDO METANÁLISE | |
| 3.1 INTRODUÇÃO | 18 |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS..... | 19 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 3.4 CONCLUSÕES | 35 |
| 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 36 |
| CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 39 |

INTRODUÇÃO GERAL

A grande quantidade de informações publicadas na área de zootecnia relacionadas à nutrição de leitões traz a necessidade do desenvolvimento de metodologias que proporcionem conclusões concisas a partir dos resultados obtidos em diferentes pesquisas. Revisões realizadas sobre o uso de acidificantes em dietas de leitões observaram a existência de resultados favoráveis e desfavoráveis ao uso desses aditivos. Como não é possível avaliar todos os fatores de influência em um mesmo experimento, a revisão sistemática de literatura e a metanálise podem sintetizar essas informações ou chegar a novas conclusões a partir dos estudos já publicados.

A revisão sistemática de literatura consiste no método científico para identificar, selecionar e avaliar os estudos científicos que são relevantes dentro de um determinado assunto, para poder aplicar técnicas de metanálise. Há um número crescente de artigos publicados na área das agrárias onde os autores utilizam como metodologia a metanálise (LOVATTO et al., 2007). Esses procedimentos podem melhorar o nível de compreensão dos artigos publicados e orientar a execução de experimentos de campo.

O objetivo com a pesquisa foi descrever os elementos importantes na condução das revisões sistemáticas de literatura e na utilização de metanálises na pesquisa científica em produção e nutrição animal, e as principais características da utilização de acidificantes na nutrição de leitões na fase pós-desmame.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA UTILIZADA NA PRODUÇÃO ANIMAL EM UM ESTUDO SOBRE ACIDIFICANTES PARA LEITÕES

RESUMO

O objetivo com o estudo foi descrever a metodologia de uma revisão sistemática de literatura (RS) em um estudo sobre acidificantes utilizados em dietas para leitões. Foi avaliada a eficiência do método para busca, e a reprodutibilidade na seleção de artigos científicos utilizando dados de uma RS sobre o uso de acidificantes para leitões. Os artigos foram pesquisados em quatro bases bibliográficas usando-se a combinação dos termos de busca "*organic acid*" e "*acidifier*", "*piglet*" e "*pig*" e suas combinações no plural e no singular. Foram obtidos 307 artigos, os quais foram submetidos ao Teste de Relevância para avaliar a inclusão/exclusão no estudo. O Avaliador 1 decidiu pela inclusão de 60 artigos e o Avaliador 2 por 66, sendo que para 56 artigos foi obtida decisão concordante sobre a inclusão. O índice de concordância kappa geral para a inclusão/exclusão de artigos na RS foi $k=0,90$, classificado como concordância muito boa e quando aplicado nos artigos completos $k=0,86$ totalizando 24 artigos selecionados. Concluiu-se que a RS deve apresentar critérios bem definidos e reprodutíveis e que o método proposto resultou em um banco de dados adequado para a metanálise sobre a adição de acidificantes em dietas pré-iniciais para leitões.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, metanálise, metodologia experimental, teste de relevância

REVIEW SYSTEMATIC LITERATURE USED IN ANIMAL PRODUCTION IN A STUDY ON ACIDIFYING USED IN DIETS FOR PIGLETS

ABSTRACT

The objective of this study was to describe the methodology of an review systematic literature (RS) in a study on acidifying used in diets for piglets. Was evaluated the search efficiency and the reproducibility of the method for the scientific articles selection, using data from a SR on the use of acidifiers for piglets. The paper were investigated in four databases were screened using the following combination of search terms “organic acid” and “acidifier”, “piglet” and “pig”, and its plural and singular combinations. Was submitted 307 papers to the Relevance Test to assess the inclusion/exclusion in the study. The reviewer 1 decided by the inclusion of 60 papers and reviewer 2 decided by the inclusion of 66, whereas for 56 papers a consistent decision on the inclusion was obtained. The general kappa index for inclusion/exclusion in the SR was $k=0.90$, classified as a very good agreement and when applied to the complete articles $k = 0.86$ totaling 24 articles selected. It was concluded that the SR must provide clear criteria and reproducible and that the proposed method resulted in a database suitable for meta-analysis on the addition of acidifying pre-starter diets for piglets.

Key words: experimental methodology, meta-analysis, relevance test, organic acids

2.1 INTRODUÇÃO

A revisão sistemática de literatura é a técnica científica que tem por objetivo revisar e avaliar a literatura usando métodos para identificar e selecionar os estudos que são relevantes (RIERA et al., 2006). Com a RS pretende-se realizar uma busca organizada e planejada na literatura científica, para obter o maior número possível de estudos sobre um determinado assunto de acordo com determinados critérios. Esta técnica vem sendo bastante utilizada na área da saúde, mas assim como acontece com a metanálise, conforme descrito por LUIZ (2002) era praticamente desconhecida até meados da década de 90 na área das ciências agrárias.

A metodologia a ser utilizada na RS deve conter avaliações claras, reprodutíveis e, por isso, tem que ser realizada por no mínimo dois pesquisadores que deverão chegar ao mesmo número de estudos selecionados (OLIVEIRA et al., 2006). Existem diversos métodos de busca e identificação de artigos científicos, a principal é aquela realizada em base de dados eletrônica ou manualmente em indexadores impressos, a partir da lista de referência dos artigos selecionados. Segundo LEMESHOW et al. (2005), não existe regra para a estratégia de busca, critérios de inclusão/exclusão e escolha das bases bibliográficas a serem incluídas na pesquisa, mas o método para seleção dos estudos deve ser abrangente de modo a incluir o maior número possível de estudos relevantes, e os critérios de inclusão/exclusão dos estudos devem estar bem definidos. A RS deve ser planejada de forma a evitar resultados tendenciosos e errôneos, de forma a gerar informações relevantes para pesquisa científica (BERWANGER et al., 2007). No mesmo trabalho os

autores relatam que a RS é uma importante ferramenta de investigação científica para a tomada de decisão, com custos menores do que os exigidos para a realização de experimentos tradicionais. A RS aliada a metanálise, que consiste nos métodos estatísticos que são aplicados nos dados da revisão de literatura (LUIZ, 2002), é uma ferramenta de pesquisa promissora nas áreas de nutrição e produção animal, motivada pelo grande número de estudos similares em determinados assuntos.

Vários compostos têm sido utilizados como alternativas aos antibióticos na nutrição de suínos e, dentre eles, os acidificantes têm sido bastante estudados. Os resultados desses estudos têm sido promissores, mas contrastantes. A RS com metanálise pode ser um método adequado para a avaliação da eficiência de uso desses compostos. Entretanto, a robustez do resultado da metanálise depende da qualidade e confiança na RS realizada para obtenção dos dados, da eficiência do método para busca e a reprodutibilidade da seleção de artigos em RS sobre o uso de acidificantes para leitões. Neste contexto, o objetivo com o estudo foi descrever a metodologia de uma revisão sistemática de literatura em um estudo sobre acidificantes utilizados em dietas para leitões.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa bibliográfica foi realizada no Laboratório de Sistematização, Análise e Modelagem em Produção e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (LabSisZoot-UFPR), sendo que a estratégia utilizada foi a busca nas bases bibliográficas eletrônicas *Biological*

Abstracts, *CAB Abstracts*, *Science Direct*, *Web of Science*, com a combinação dos termos de busca , em inglês, “*organic acid*” e “*piglet*”; “*acidifier*” e “*piglet*”; “*organic acid*” e “*pig*”; “*acidifier*” e “*pig*”; e suas combinações no plural e no singular, foram buscados apenas artigos completos no período de 1998 a 2008.

Depois de realizada a busca bibliográfica, foi aplicado o teste de relevância, que consiste em perguntas a respeito do objetivo do estudo, com respostas afirmativas e negativas que vão determinar a inclusão/exclusão dos trabalhos na revisão (MUÑOZ et al., 2002). O teste de relevância foi feito por meio da leitura dos dados presentes no título e no resumo de cada publicação obtida, por dois avaliadores independentes, que responderam “sim”, “não” ou “não claro” para as perguntas dos critérios de inclusão e exclusão.

Os critérios de inclusão considerados foram: trata-se de um trabalho experimental com ácidos orgânicos adicionados à dieta de leitões; apresenta descrição e níveis dos ácidos utilizados; os resultados incluem pelo menos um dado de desempenho zootécnico, sanidade, digestibilidade ou capacidade tamponante da dieta, com as respectivas medidas de variação.

Os dados obtidos, incluindo a base de obtenção, os termos de busca, a identificação do trabalho, o avaliador e os resultados do teste de relevância foram agrupados em planilha eletrônica e utilizados para obtenção do banco de dados final, para análise posterior. No caso de discordância entre os avaliadores, a inclusão ou exclusão de cada trabalho foi definida após discussão e consenso entre os avaliadores, conforme sugerido por CASTRO, (2001).

Foi realizada a análise descritiva dos trabalhos selecionados e os motivos de exclusão foram avaliados. Para avaliar a concordância entre

avaliadores na seleção dos artigos com base nos critérios descritos, foi utilizado o Índice de Concordância Kappa (Galparsoro e Fernández, 1999), calculado como:

$$k = \frac{\sum x_{ij} \sum [(x_i/n) (x_j/n)]}{1 - \sum [(x_i/n) (x_j/n)]}$$

onde: k é o índice de concordância kappa; x_{ij} é a concordância bruta encontrada entre os avaliadores; x_i é a concordância máxima; e x_j é o valor da concordância esperada, esse índice varia de $0 \leq k \leq 1$ onde o valor 0 corresponde a mínima concordância e 1 a máxima.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a aplicação do teste de relevância pelos dois avaliadores estão apresentados na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Distribuição dos trabalhos segundo critérios de elegibilidade e respostas dos avaliadores

| | Avaliador 1 | Avaliador 2 | | Total |
|--|----------------|-------------|-----|-------|
| | | Sim | Não | |
| O estudo envolve acidificantes em dietas pós-desmame de leitões? | Sim | 43 | 29 | 72 |
| | Não | 31 | 204 | 235 |
| | Total | 74 | 233 | 307 |
| Apresenta descrição e níveis dos ácidos utilizados? | Sim | 41 | 29 | 63 |
| | Não | 22 | 215 | 244 |
| | Total | 70 | 237 | 307 |
| Apresenta resultados que incluam dados de desempenho zootécnico, sanidade, digestibilidade ou capacidade tamponante? | Sim | 154 | 19 | 173 |
| | Não | 32 | 102 | 134 |
| | Total | 186 | 121 | 307 |

Após a aplicação do Teste de Relevância, o Avaliador 1 decidiu pela inclusão de 60 trabalhos e o Avaliador 2 por 66, sendo que para 56 estudos foi observada decisão concordante sobre a inclusão. Os resultados obtidos com a aplicação do teste de relevância pelos dois avaliadores são apresentados na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Distribuição dos trabalhos segundo critérios de inclusão/exclusão e respostas dos avaliadores

| | | Avaliador 2 | | | Total |
|-------------|-----------|-------------|-----|-----------|-------|
| | | Sim | Não | Não Claro | |
| Avaliador 1 | Sim | 56 | 3 | 1 | 60 |
| | Não | 4 | 223 | 6 | 233 |
| | Não claro | 6 | 5 | 3 | 14 |
| | Total | 66 | 231 | 10 | 307 |

O índice de concordância geral foi $k=0,90$, classificado como concordância muito boa segundo a classificação de GALPARSORO E FERNÁNDEZ (1999). O detalhamento desse índice de acordo com os critérios de inclusão está apresentado na Tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Valores da Concordância bruta, do índice de concordância Kappa e sua classificação de acordo com as características avaliadas aplicados nos resumos selecionados

| Crítérios de inclusão | Concordância Bruta (%) | Kappa¹ | Classificação² |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| AO*/Leitões | 0,80 | 0,76 | Boa |
| Níveis de acidificante | 0,83 | 0,80 | Boa |
| Desempenho | 0,78 | 0,58 | Moderada |
| Sanidade | 0,82 | 0,62 | Boa |
| Digestibilidade | 0,85 | 0,65 | Boa |
| Capacidade | 0,95 | 0,75 | Boa |
| Tamponante | | | |

^{1,2} Índice de Concordância Kappa e classificação segundo GALPARSORO E FERNÁNDEZ (1999).

Na Tabela 2.4 estão apresentados os principais motivos de descarte dos estudos encontrados na busca.

Tabela 2.4 - Motivos de exclusão dos estudos na aplicação do teste de relevância nos resumos selecionados

| Crítérios de exclusão | N | % |
|---|------------|------------|
| Artigos de revisão ou estudo de caso | 51 | 22,9 |
| Avaliação de acidificantes em suínos em crescimento ou terminação | 22 | 9,9 |
| Estudo com probióticos | 21 | 9,4 |
| Estudos <i>in-vitro</i> | 15 | 6,7 |
| Estudo com outras espécies | 17 | 7,6 |
| Estudos sobre dejetos suinícolas | 18 | 8,1 |
| Estudos com sanidade | 15 | 6,7 |
| Estudo com outros aditivos | 11 | 4,9 |
| Estudos na área de solos | 5 | 2,2 |
| Estudos com microflora gastro-intestinal | 6 | 2,7 |
| Outros | 42 | 18,8 |
| TOTAL | 223 | 100 |

Entre os resumos excluídos pelos avaliadores, 51 (22,9%) são artigos de revisão ou estudo de caso sobre acidificantes, 22 (9,9%) são estudos que

avaliaram a eficiência dos acidificantes em suínos em crescimento ou terminação, 17 (7,6%) são estudos com outras espécies, 15 (6,7%) são estudos *in-vitro*, 18 (8,1%) são estudos relacionados a dejetos suinícolas.

O índice de concordância kappa explica a concordância entre autores excluindo a parcela de concordância que é explicada pelo acaso, dessa forma demonstra que os avaliadores estão habilitados na avaliação das características de interesse desse estudo. Com base nos índices pode-se verificar que os avaliadores tiveram menor dificuldade em verificar se o estudo tratava-se de acidificantes na nutrição de leitões e se apresentava os níveis utilizados, já para as características zootécnicas o índice foi menor, o que talvez possa ser explicado pela apresentação dos resumos não ser muito claro para esses itens.

Para os resumos classificados como “não claros” o principal motivo foi à falta de informação nos resumos a respeito da idade dos suínos. Nos casos de discordância ou estudos considerados “não claros”, os estudos foram lidos na íntegra para avaliar sua inserção no banco de dados. Foi aplicado o teste de relevância nos estudos em que houve decisão concordante entre os avaliadores e os valores de concordância são apresentados na Tabela 2.5. Devido a indisponibilidade de acesso a alguns artigos completos foi aplicado novamente o teste de relevância em 32 artigos, e destes, 24 foram aceitos para serem incluídos no banco de dados ($k= 0,86$).

Tabela 2.5 - Valores da Concordância bruta, do índice de concordância Kappa e sua classificação de acordo com as características avaliadas aplicados nos artigos completos

| Crítérios de inclusão | Concordância Bruta (%) | Kappa¹ | Classificação² |
|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| AO/Leitões | 0,84 | 0,81 | Muito Boa |
| Níveis de AO | 0,97 | 0,96 | Muito Boa |
| Desempenho | 0,84 | 0,81 | Muito Boa |
| Sanidade | 0,78 | 0,73 | Boa |
| Digestibilidade | 0,81 | 0,77 | Boa |
| Capacidade | 0,78 | 0,73 | Boa |
| Tamponante | 0,78 | 0,73 | Boa |

^{1,2} Índice de Concordância Kappa e classificação segundo GALPARSORO e FERNÁNDEZ, (1999).

Com base nos índices de concordância, verificaram-se maiores valores de concordância quando foram avaliados os artigos completos, e uma das dificuldades é a falta de acesso a alguns artigos completos, o que implica em uma falha metodológica.

Dentre os estudos selecionados alguns não apresentam a composição nutricional da dieta utilizada (TSILOYIANNIS et al., 2001; MROCZEK et. al., 2005), alguns avaliam misturas comerciais de acidificantes e não apresentam a descrição da composição dos ácidos orgânicos ou inorgânicos incluídos no produto (WALSH et al., 2000; MROCZEK et. al., 2005; CALVO et al., 2006; LI et al., 2008) ou avaliam o efeito do acidificante juntamente com outro efeito, e os não apresentam os dados do grupo controle (PARTANEN et al., 2002; CORASSA et al. 2006). Alguns trabalhos avaliaram apenas a digestibilidade (FRANCO et al., 2005) e capacidade tamponante da dieta (BLANK et. al., 1999), a concentração de ácidos orgânicos e o pH do estômago (HANSEN at al., 2007), e a acidificação da água fornecida aos leitões (WALSH et al., 2007)

ou apenas ganho de peso e eficiência alimentar, sem avaliar o consumo de ração (BOLING et al., 2000).

Dos poucos trabalhos desse tipo publicados na área de zootecnia nos últimos anos, praticamente nenhum dá a importância devida à descrição da metodologia de busca e do teste de relevância realizado. Dentre as exceções pode-se citar o trabalho de FARIA FILHO et al. (2006), que descreve a metodologia de busca e os critérios de inclusão, incluindo o número de artigos obtidos e selecionados, além de avaliação de viés dos resultados dos artigos selecionados, sem, porém, efetuar análise crítica e/ou estatística da reprodutibilidade da pesquisa bibliográfica realizada. A falta de informação sobre o assunto na nossa área pode levar a aceitação de metanálises realizadas com bancos de dados cuja confiabilidade não foi avaliada, o que pode resultar em conclusões equivocadas, caso a RS seja viesada.

Os critérios de seleção dos estudos são os mais importantes em uma RS, que deve ter o formato mais detalhista, para garantir níveis quantitativos, e a variação intra-experimento, que serão utilizados no banco de dados que será realizada a metanálise. Os resultados de uma metanálise dependem inteiramente da qualidade do conjunto de dados disponíveis para análise. Há uma tendência de alguns cientistas e revistas de não publicar resultados que não apresentam diferenças significativas nos resultados, resultando em um viés não quantificável na literatura, em geral superestimando o valor do efeito dos tratamentos (TUNG e PETTIGREW, 2006).

De acordo com MUÑOZ et al. (2002), na área da saúde, tem ocorrido possivelmente freqüente confusão entre RS e revisões tradicionais, não reprodutíveis. Pode-se assumir situação semelhante na área de agrárias, onde

a utilização da metodologia é mais recente e menos freqüente. O número de trabalhos obtidos no presente estudo sobre o uso de acidificantes em dietas pré-iniciais de leitões justifica a realização de metanálise de resultados publicados antes da realização de novos estudos de avaliação experimental de sua eficiência.

2.4 CONCLUSÕES

O método de revisão sistemática de literatura proposto resultou em um banco de dados adequado para ser utilizado na metanálise sobre a adição de acidificantes em dietas pré-iniciais para leitões.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERWANGER, O.; SUZUMURA, E. A.; BUEHLER A. M.; et al. Como Avaliar Criticamente Revisões Sistemáticas e Metanálises?, **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v.19 n.4, p.475-480, out-dez, 2007.

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 Animal Science**, v.77, p.2974–2984 ,1999.

CALVO, M. A.; ANGULO,E.; COSTA-BATLLORI, P.; SHIVA, C.; ADELANTADO, C.; VICENTE, A. Natural plant extracts and organic acids: synergism and implication on piglet's intestinal microbiota. **Biotechnology**, v.5, n.2, p.137-142, 2006.

CASTRO, A. A. Revisão sistemática e meta-análise. **Compacta: Temas de Cardiologia**, v. 3 n. 1, p. 5-9, 2001. Disponível em <<http://www.metodologia.org>> Acesso em: 19/09/2008.

CORASSA, A.; LOPES, D.C.; OSTERMANN, J.D.; SANFELICE A. M.; TEIXEIRA, A. O.; SILVA, G. F.; PENA, S. M. Níveis de ácido fólico em dietas contendo ácido fórmico para leitões de 21 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.462-470, 2006.

FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A.; FARIA D.E.; et al. Probiotics for Broiler Chickens in Brazil: Systematic Review and Meta-Analysis. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.8, n.2, p. 89-98, abr-jun 2006.

GALPARSORO, I. L. U.; FERNÁNDEZ, S. P. [1999]. Medidas de concordancia: el índice de Kappa. **Cadernos de Atención Primaria**, v. 6, n.4, p. 223-226, 1999. Disponível em <<http://www.fisterra.com>> Acesso em: 16/02/2009.

HANSEN, C.F.; RIIS, A.L.; BRESSON, S.; HØJBJERG, O.; JENSEN, B.B. Feeding organic acids enhances the barrier function against pathogenic bacteria of the piglet stomach. **Livestock Science**, v.108 p.206–209, 2007

LEMESHOW, A. R.; BLUMA,R. E.; BERLINB,J. A.; STOTOC,M.A.; COLDITZA, G.A. Searching one or two databases was insufficient for meta-analysis of observational studies. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 58, p. 867–873, 2005.

LOVATTO, P.A., LEHNEN C.R., ANDRETTA I., CARVALHO A.D., HAUSCHILD L. Meta-análise em pesquisas científicas - enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.285-294, 2007 (suplemento especial).

LUIZ, A. B. J. Meta análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Caderno de Ciência e Tecnologia**, v.19, n.3, p. 407-428, 2002. Disponível em: http://atlas.sct.embrapa.Br/pd/cct/v19/cc19n3_03.pdf. Acesso em: 09/03/2008.

MROCZEK, I.; FRANKIEWICZ, A.; ŁYCZYŃSKI, A.; RZOSIŃSKA, E. Evaluation of the effectiveness of acidifying preparations in piglet rearing. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.14, Suppl. 1, p. 381–384, 2005.

MUÑOZ, S. I. S.; TAKAYANAGUI, A. M. M.; SANTOS, C. B.; et al. [2002]. Revisão sistemática de literatura e metanálise: noções básicas sobre seu desenho, interpretação e aplicação na área da saúde. In: Anais do 8º Simpósio Brasileiro de Comunicação em Enfermagem; **Anais eletrônicos...** USP; 2002. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/sibracen/n8v2/v2a074.pdf> Acesso em: 12/07/2008.

OLIVEIRA, N. S.; OLIVEIRA, J. M.; BERGAMASCHI, D. P. Concordância entre avaliadores na seleção de artigos em revisões sistemáticas. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 9, n.3, p.309-15, 2006.

RIERA, R.; ABREU, M. M.; CICONELLI, R. M. Revisões Sistemáticas e Metanálises na Reumatologia. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 46, supl.1, p. 8-11, 2006.

TUNG; C.M.; PETTIGREW, J. E. Critical review of acidifiers. **National Pork Board**. 2006. Disponível em: <http://www.pork.org/Documents/PorkScience/ReviewOfAcidifiers.pdf>.>. Acesso em: 06 out. 2009.

WALSH, M. C.; SHOLLY, D. M.; HINSON, R. B.; SADDORIS, K. L.; SUTTON, A. L.; RADCLIFFE, J. S. Effects of water and diet acidification with and without antibiotics on weanling pig growth and microbial shedding. **Journal Animal Science**,v.85, p.1799-1808, 2007.

CAPITULO 3 - AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ACIDIFICANTES NO DESEMPENHO DE LEITÕES UTILIZANDO METANÁLISE

RESUMO

O objetivo com o estudo foi avaliar a eficiência de acidificantes em dietas para leitões a partir da metanálise de dados obtidos por revisão sistemática de literatura. A base de dados contemplou 12 artigos publicados entre 1998 a 2008, e os dados contidos nos artigos selecionados foram agrupados em uma planilha eletrônica. A metanálise foi realizada por meio de análises gráficas para observar coerência biológica dos dados, de correlação para identificar variáveis correlacionadas, de variância-covariância e de regressão linear múltipla. A base foi composta de 51 dietas e 2.032 animais, com idade de desmame média de $23,5 \pm 4,4$ dias e média de $10 \pm 7,6$ animais por tratamento. Foram avaliados os resultados registrados de consumo médio diário de ração (CMDR), ganho de peso médio diário (GPM), e conversão alimentar (CA) em porcentagem de diferença em relação ao grupo controle, de acordo com o nível de acidificação da dieta ($\text{mEq H}^+/\text{g}$ da dieta), além da codagem intra e interexperimentos e um índice de ponderação pela qualidade dos dados publicados. Em geral, o NA se correlacionou positivamente com a alteração % no GMD ($r=0,41$, $p<0,01$) e no CMD ($r=0,31$, $p<0,01$), e negativamente com a alteração na CA ($r=-0,34$, $p<0,01$), e foi a variável de maior importância nas análises de variância-covariância, seguida da idade dos leitões. Em geral o efeito do uso de ácidos aumenta com o NA ($P<0,01$) mas diminui com a idade dos leitões ($p<0,01$). O CMD melhorou com uso de ácidos benzóico e glucônico, e o GMD com os ácidos acético, benzóico, fumárico e duas misturas de ácidos, e a CA com os ácidos acético, benzóico, málico e duas outras misturas. Os melhores modelos testados explicaram apenas 74-76% da variação no CMD e GMD, restando muito a ser explicado. É possível melhorar o desempenho de leitões na fase pós desmame com a utilização de acidificantes, mas o efeito depende do nível de acidificação, da idade dos leitões e do acidificante utilizado. O estudo de outros fatores envolvidos deve ser estimulado.

Palavras-chave- ácidos orgânicos, nutrição animal, suíno

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ORGANIC ACIDS IN PERFORMANCE OF PIGLETS USING META-ANALYSIS

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the efficiency of acidifying diets for piglets from the meta-analysis of data obtained by systematic review of literature. The database includes 12 articles published between 1998 to 2008, and the data contained in the selected articles were grouped into a spreadsheet. The meta-analysis was performed by means of graphical analysis to observe consistency of biological data, correlation to identify correlated variables, variance-covariance and multiple linear regression. The base was composed of 51 diets and 2032 animals, with an average weaning age of 23.5 ± 4.4 days and average of 10 ± 7.6 animals per treatment. We evaluated the results recorded in average daily feed intake (ADFI), average daily weight (DWG) and feed conversion (FC) in percentage difference from the control group, according to the level of acidification of the diet ($\text{mEq H}^+/\text{g diet}$). plus encoding and intra- and inter-experiments and an index weighted by the quality of data published. In general, the NA was positively correlated with % change in ADFI ($r=0.41$, $p<0.01$) and DWG ($r=0.31$, $p<0.01$) and negatively with the change in FE ($r=-0.34$, $p<0.01$), and was the most important variable in the analysis of variance-covariance, followed by the age of the piglets. In general the effect of the use of acids increases with the LA ($p<0.01$) but decreases with age of piglets ($p<0.01$). The ADFI improved with the use of benzoic acid and gluconic and acetic acids with the DWG, benzoic, fumaric acid and mixtures of two, and FE with acetic acid, benzoic acid, malic acid and two other mixtures. The best models tested explained only 74-76% of variation in ADFI and DWG, leaving much to be explained. You can improve the performance of piglets after weaning with the use of acidifying, but the effect depends on the level of acidification, the age of piglets and acidifier used. The study of other factors involved should be encouraged.

Key words- organic acids, animal nutrition, pig

3.1 INTRODUÇÃO

Devido à quantidade de informações científicas publicadas nas diversas áreas do conhecimento e o grande número de estudos similares vem gerando interesse no desenvolvimento de métodos para combinar as informações provenientes desses estudos. Muitos trabalhos vêm sendo realizados com o objetivo de avaliar a eficiência dos acidificantes em dietas pós-desmame para leitões, mas os resultados dessas pesquisas ainda são inconsistentes e pouco conclusivos. Muito provavelmente em função das particularidades das pesquisas relacionadas à fase de crescimento, a idade do desmame, a complexidade da dieta, o tipo de ácido, o nível de inclusão de ácido, e estado de saúde dos leitões (TUNG e PETTIGREW, 2006). Portanto, o papel dos ácidos em melhorar o desempenho do crescimento tem sido controverso.

A partir dessas informações, é possível realizar uma metanálise que consiste no procedimento que combina resultados de vários estudos para fazer uma síntese reproduzível e quantificável dos dados (LOVATTO et al., 2007). Essa técnica permite aumentar o poder estatístico dos testes de hipótese, devido ao maior número de observações; examinar a variabilidade entre os estudos; resolver incertezas quando certas conclusões destoam; generalizar conclusões para uma amplitude variada de estudos; identificar a necessidade e planejar estudos melhores; além de responder questões que não foram atribuídas de início nos estudos individuais (GIANNOTTI et al., 2002).

Há um interesse comercial no uso de acidificantes para leitões, logo o objetivo com a pesquisa foi avaliar a eficiência de acidificantes em dietas para leitões a partir da metanálise de dados obtidos por revisão sistemática de literatura.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada revisão sistemática de literatura no Laboratório de Sistematização, Análise e Modelagem em Produção e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Paraná (LabSisZoot-UFPR), em Curitiba, PR. A descrição dos métodos utilizados e a avaliação de reprodutibilidade de busca estão publicados no Capítulo anterior.

Os critérios para seleção de artigos foram: artigos publicados em revistas indexadas de 1998 a 2008; experimentos com acidificantes utilizados na dieta de leitões, que apresentassem resultados de desempenho zootécnico com respectivas medidas de variação, com descrição e níveis dos ácidos utilizados, composição da dieta e as informações necessárias para classificação e quantificação de efeitos ambientais, fisiológicos e nutricionais. A avaliação da reprodutibilidade da revisão sistemática de literatura foi realizada por meio do índice de concordância kappa, que explica a concordância entre autores excluindo a parcela de concordância que é explicada pelo acaso, realizada com dois avaliadores independentemente e para esse estudo foi verificado um índice de concordância $k=0,86$, classificado como concordância muito boa.

A base de dados resultante totalizou 12 artigos (Tabela 3.1), publicados em periódicos nacionais e internacionais: *Journal of Animal Science* (3 artigos); *Research in Veterinary Science* (2 artigos); Revista Brasileira de Zootecnia (2 artigos); *Nutrition Research* (1 artigo); *Animal Science* (1 artigo); Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia (1 artigo); *Livestock Science* (1 artigo); *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* (1 artigo); A base foi

composta de 51 dietas e 2.032 animais, com idade de desmame média de 23,5±4,4 dias e média de 10±7,6 animais por tratamento. Todos os trabalhos foram realizados com leitões machos e fêmeas, bloqueando o delineamento do estudo por sexo. O peso inicial dos animais foi de 7,97±2,24 kg e o peso final, de 13,54± 5,39 kg. A idade média dos animais durante os períodos experimentais foi de 36,64±8,06 dias. Não foi obtido número suficiente de trabalhos para avaliação do efeito da adição de acidificantes sobre a digestibilidade e capacidade tamponante das dietas. E estudos em que os animais foram submetidos a desafios sanitários artificialmente induzidos não foram incluídos na análise.

Tabela 3.1 - Características das publicações utilizadas na metanálise sobre o uso de acidificantes em dietas para leitões no pós desmame

| Publicação | Desmame (dias) | N. | Tratamentos, nº | Animais, nº | Acidificante* | Inclusão (%) |
|-----------------------------|----------------|----|-----------------|-------------|---------------------------|--------------|
| Tsiloyiannis et al. (2001a) | 25 | 4 | 6 | 384 | AL,AFU, AFO, APRO,ACI,AMA | 0-1,5 |
| Tsiloyiannis et al. (2001b) | 28 | 4 | 5 | 240 | AL ACI | 0-1,6 |
| Valencia e Chavez (2002) | 21 | 26 | 5 | 130 | AAC | 0-1 |
| Manzanilla et al. (2004) | 20 | 4 | 2 | 216 | AFO | 0-0,5 |
| Pierce et al. (2005) | 24 | 24 | 2 | 144 | AL | 0 -1 |
| Freitas et al. (2006) | 21 | 8 | 4 | 128 | AL, AFO AFF | 0-0,9 |
| Kluge et al. (2006) | 28 | 4 | 3 | 72 | ABE | 0-1 |
| Biagi et al. (2006) | 28 | 12 | 4 | 48 | AGU | 0-1 |
| Gomes et al. (2007) | 15 | 7 | 6 | 210 | AFU,AFO ABU | 0-1 |
| Eisemann e Heugten,(2007) | 21 | 8 | 6 | 224 | AFO | 0-1,2 |
| Guggenbuhl et al. (2007) | 28 | 12 | 2 | 124 | ABE | 0-0,5 |
| Silva et al. (2008) | 21 | 6 | 4 | 144 | AAC, AFO APRO, ACI,AFF | 0-1 |

*(AL: ácido láctico, AF: ácido fólico, AFU: ácido fumárico, AAC: ácido acético, AFO: ácido fórmico, APRO: ácido propiônico, ACI: ácido cítrico, ABU: ácido butírico, AFF: ácido fosfórico, AGU: ácido glucônico, AMA: ácido málico, ABE: ácido benzóico).

Os dados contidos nos artigos selecionados foram utilizados para montagem de uma base de dados utilizando planilha eletrônica. Foram avaliadas as variáveis que descrevem características experimentais e dos animais: período experimental, sexo, idade, peso e desempenho zootécnico (consumo de alimento, ganho de peso, conversão alimentar), e o uso de acidificantes (tipo, isolado ou mistura, proporção na dieta).

A composição nutricional resumida e os ingredientes das dietas dos trabalhos incluídos na metanálise e suas estatísticas descritivas estão apresentados na Tabela 3.2. O milho foi o principal constituinte estando presente em 79% das dietas, seguido do farelo de soja (75%) e do farelo de trigo (26%). As dietas continham em média 3189,8 kcal de energia metabolizável e 20,4% de proteína bruta.

Tabela 3.2- Principais ingredientes e composição média das dietas

| | n | Média | Mínimo | Máximo | DP |
|---------------------------------|----------|--------------|---------------|---------------|-----------|
| Ingrediente | | | | | |
| Milho (%) | 83 | 48,5 | 15,6 | 57,9 | 10 |
| Trigo (%) | 27 | 36,6 | 15,6 | 55,2 | 19,3 |
| Farelo de soja (%) | 78 | 21,9 | 0 | 30,0 | 9,1 |
| Soro de leite em pó (%) | 31 | 3,4 | 0 | 9,5 | 3,1 |
| Lactose (%) | 16 | 3,8 | 0 | 9,0 | 3,8 |
| Plasma desidratado (%) | 30 | 4,3 | 1,5 | 5,0 | 1,2 |
| Fosfato bicálcico (%) | 80 | 1,3 | 0,2 | 2,0 | 0,6 |
| Óleo de soja (%) | 65 | 2,8 | 1,8 | 6,5 | 1,0 |
| Sal comum (%) | 66 | 0,3 | 0 | 0,4 | 0,1 |
| Suplemento vitamínico (%) | 69 | 0,2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 |
| Suplemento mineral (%) | 82 | 0,8 | 0,1 | 6,4 | 1,7 |
| Composição das dietas | | | | | |
| Energia metabolizável (kcal/kg) | 52 | 3189,8 | 2367,0 | 3400,0 | 333,4 |
| Energia bruta (kcal/kg) | 12 | 4286,2 | 4230,4 | 4326,0 | 49,2 |
| Proteína bruta (%) | 111 | 20,4 | 17,6 | 23,0 | 1,06 |
| Lisina total (%) | 104 | 1,5 | 1,1 | 1,8 | 0,1 |
| Metionina digestível (%) | 40 | 0,5 | 0,3 | 0,9 | 0,2 |
| Treonina total (%) | 26 | 0,9 | 0,7 | 1,0 | 0,1 |
| Triptofano total (%) | 42 | 0,4 | 0,2 | 1,0 | 0,3 |
| Fósforo disponível (%) | 97 | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,3 |
| Ca (%) | 93 | 0,8 | 0,5 | 1,0 | 0,2 |
| Na (%) | 10 | 0,3 | 0,2 | 0,5 | 0,1 |

¹Desvio-padrão.

Para critério de comparação do efeito de acidificação os dados do nível de inclusão de acidificantes foram transformados em miliequivalente de H⁺ por grama de ração (mEq H⁺/g), com base nos valores de Eq. de cada ácido. A metanálise foi realizada de acordo com a seguinte sequência: primeiro os dados foram submetidos a análises gráficas, para observar a coerência biológica dos dados; depois foram realizadas análises de correlação linear entre variáveis quantitativas; e por fim os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão linear.

As variáveis resposta estudadas foram o consumo médio diário de ração (CMDR), o ganho de peso médio diário (GPMD) e a conversão alimentar (CA). Para ponderar a qualidade dos dados registrados nos experimentos inclusos na

metanálise, foi utilizado um índice de ponderação do efeito por peso do estudo, atribuído pelos autores da publicação conforme descrito por SAUVANT et al. (2005) calculado em função da diferença entre a CA registrada e calculada, com base nos valores registrados de CMDR e GPMD, de acordo com a seguinte fórmula em módulo: $Qualidade = 1 - \left| \frac{(CRMD/GPMD) - CA}{CA} \right|$.

Como variável qualitativa foi avaliada o estudo e o tipo de acidificante e como variáveis de entrada quantitativas foram avaliadas o nível de inclusão de acidificante (mEq H⁺/g ração). As médias foram comparadas pelo teste de t a 5% de probabilidade. Foram considerados *outliers* os dados com desvio em relação à média maior que três vezes em relação aos valores preditos pelo modelo utilizado.

O modelo incluiu como variáveis qualitativas o tipo de ácido e quantitativas a idade média dos leitões (dias) e o nível de acidificação (mEq H⁺/g) e como peso a ponderação por qualidade ($Qualidade = 1 - \left| \frac{(CRMD/GPMD) - CA}{CA} \right|$) bloqueando os estudos por artigo. A constante da equação foi calculada com a média dos efeitos dos diferentes acidificantes avaliados.

Para avaliar a interação entre o efeito do uso de acidificantes em relação a cada experimento incluído na metanálise, o nível de inclusão na dieta de ácido, tipo de ácido, a idade média do desmame e o nível de desempenho, foram avaliados baseados nas respostas percentuais de desempenho, ou seja, a diferença entre as dietas acidificadas e não acidificadas em valores expressos como uma porcentagem do valor do desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle. As interações de interesse possíveis entre os fatores foram testadas e consideradas se significativas quando

$P < 0,05$. As equações de regressão foram obtidas por meio da análise de variância-covariância, realizadas com o programa *Statgraphics Plus for Windows*, versão 4.1 (MANUGISTICS, 1997) com o emprego do procedimento GLM (modelo linear generalizado).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo descritivo dos níveis de inclusão de acidificantes dos artigos utilizados na metanálise está apresentado na Tabela 3.3. As misturas que apresentaram os maiores níveis de acidificação em comparação com os acidificantes isolados.

Tabela 3.3 - Descrição dos níveis médios de acidificação total de cada tipo de acidificante (mEq H⁺/g dieta)

| Dieta | N¹ | Média |
|----------------------|----------------------|--------------|
| Acido acético | 2 | 0,16 |
| Ácido benzóico | 5 | 0,05 |
| Ácido cítrico | 8 | 0,23 |
| Ácido fórmico | 11 | 0,17 |
| Ácido fumárico | 6 | 0,21 |
| Acido glucônico | 3 | 0,04 |
| Acido láctico | 13 | 0,17 |
| Acido málico | 4 | 0,18 |
| Acido propiônico | 4 | 0,14 |
| Mistura ² | 24 | 0,47 |
| Média | | 0,18 |

¹Número de dados estudados; ²Misturas de diferentes acidificantes.

As correlações encontradas entre o nível de acidificação das dietas e as variáveis incluídas no modelo são apresentadas na Tabela 3.4. Embora com valores baixos, o nível de acidificação das dietas apresentou correlação positiva com o CRMD (0,31) e com o GPMD (0,41). Porém, para a CA, o comportamento foi inverso, com correlação de -0,34.

Tabela 3.4 - Coeficientes de correlação entre as variáveis (percentagem da diferença em relação ao valor do controle) presentes no banco de dados utilizados para a metanálise

| | mEqT | PVi | PVf | PVm | ID | IDm | CRMD | GPMD | CA |
|-------------------|---------|--------|--------|---------|-------|-------|---------|---------|------|
| mEqT ¹ | 1,00 | | | | | | | | |
| PVi ² | 0,11 | 1,00 | | | | | | | |
| PVf ³ | -0,38 | 0,33** | 1,00 | | | | | | |
| PVm ⁴ | -0,26** | 0,62** | 0,95** | 1,00 | | | | | |
| ID ⁵ | 0,08 | 0,38** | 0,08 | 0,19* | 1,00 | | | | |
| IDm ⁶ | <-0,01 | 0,60 | 0,59** | 0,70** | 0,51 | 1,00 | | | |
| CRMD ⁷ | 0,31** | -0,19* | -0,22* | -0,25** | 0,24 | -0,02 | 1,00 | | |
| GPMD ⁸ | 0,41** | -0,18* | -0,23* | -0,26** | 0,18 | -0,06 | -0,69** | 1,00 | |
| CA ⁹ | -0,34** | 0,07 | 0,59** | 0,15 | -0,07 | 0,08 | -0,29** | -0,69** | 1,00 |

¹Nível de acidificação total da dieta (mEq H⁺ total da ração); ²Peso inicial (kg);

³Peso final (kg); ⁴Peso médio (kg); ⁵Idade ao desmame (dias); ⁶Idade média (dias) ⁷Consumo médio diário de ração (%); ⁸Ganho de peso médio diário de ração (%); ⁹Conversão alimentar (%); * significativo pelo teste *t* (p<0,05); ** significativo pelo teste *t* (p<0,10).

Em geral, o NA se correlacionou positivamente com a alteração % no GMD (r=0,41, p<0,01) e no CMD (r=0,31, p<0,01), e negativamente com a alteração na CA (r=-0,34, p<0,01), e foi a variável de maior importância nas análises de variância-covariância, seguida da idade dos leitões.

Na Tabela 3.5 está apresentada a estatística descritiva dos resultados de desempenho dos estudos incluídos na metanálise. Analisando-se os valores brutos dos experimentos incluídos na metanálise pode-se verificar que não houve diferença numérica entre os valores de desempenho zootécnico para o CRMD e para o GPMD entre as dietas acidificadas em comparação com o controle. Já para a CA verificou-se uma melhoria de 5,5%.

Tabela 3.5 – Estatística descritiva dos resultados originais das variáveis para as características de desempenho das pesquisas com acidificantes em dietas pré-iniciais para leitões

| | Média | Mínimo | Máximo |
|---------------------------|--------------|------------------------------------|---------------|
| | | Controle (n¹=33) | |
| Peso inicial | 8,47 | 7,70 | 9,23 |
| Peso final | 13,83 | 12,03 | 15,69 |
| Idade média | 36,37 | 33,66 | 39,07 |
| CRMD ² | 475,60 | 404,33 | 546,85 |
| GPMD ³ | 297,15 | 253,47 | 340,84 |
| CA ⁴ | 1,64 | 1,57 | 1,72 |
| | | Dietas acidificadas (n=81) | |
| Peso inicial | 7,75 | 7,26 | 8,24 |
| Peso final | 13,61 | 12,12 | 14,15 |
| Idade média | 36,62 | 34,86 | 38,39 |
| Acidificação ⁵ | 0,25 | 0,19 | 0,31 |
| CRMD | 476,69 | 431,21 | 522,16 |
| GPMD | 301,02 | 273,14 | 328,91 |
| CA | 1,55 | 1,50 | 1,60 |
| | | Médias gerais (n=114) | |
| Peso inicial | 7,96 | 3,95 | 12,57 |
| Peso final | 13,54 | 6,30 | 27,01 |
| Idade média | 36,56 | 15,00 | 50,00 |
| Acidificação ⁵ | 0,18 | 0,00 | 1,20 |
| CRMD | 476,37 | 191,00 | 892,00 |
| GPMD | 299,90 | 69,00 | 593,00 |
| CA | 1,58 | 1,11 | 2,76 |

¹Número de dados estudados; ²Consumo médio diário de ração (g); ³Ganho de peso médio diário de ração (g); ⁴Conversão alimentar (g:g); ⁵Nível de acidificação (mEq H⁺/g ração). Intervalo de confiança com 95% de probabilidade.

Avaliando-se o desempenho dos animais em cada estudo incluso na metanálise individualmente pode-se verificar que de acordo com o nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para o CRMD, para o GPMD e para a CA são apresentados nas Figuras 3.1; 3.2 e 3.3 respectivamente.

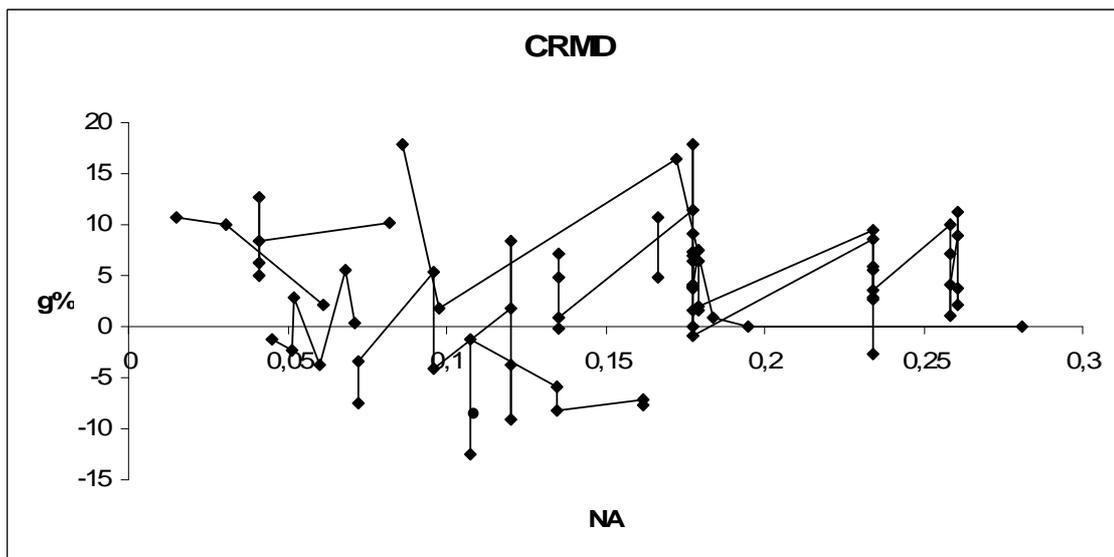


Figura 3.1 - Gráfico da influência do nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para o consumo médio diário de ração (CRMD) em gramas (g)

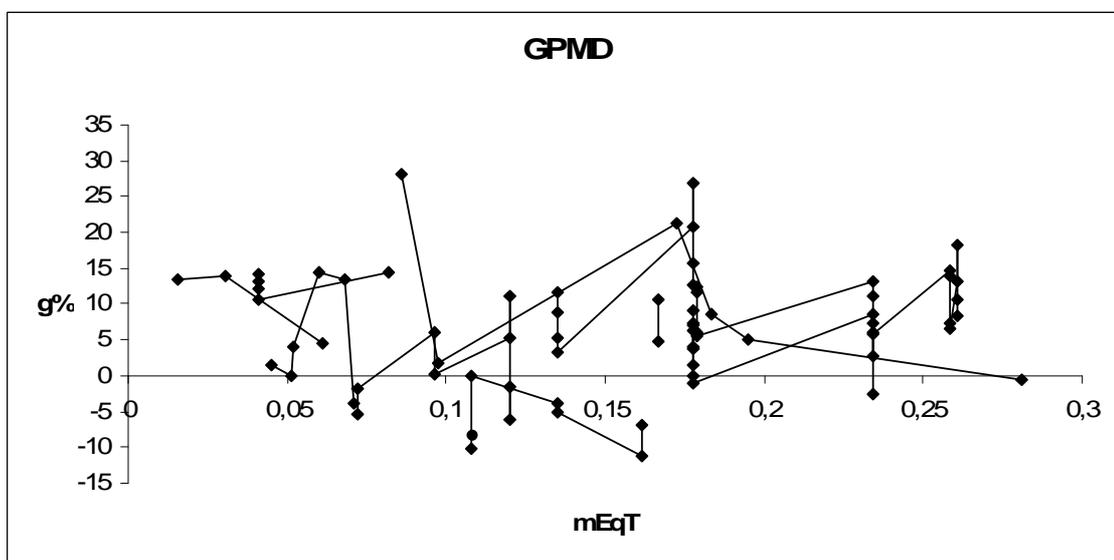


Figura 3.2 - Gráfico da influência do nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para o ganho de peso médio diário (GPMD) em gramas (g)

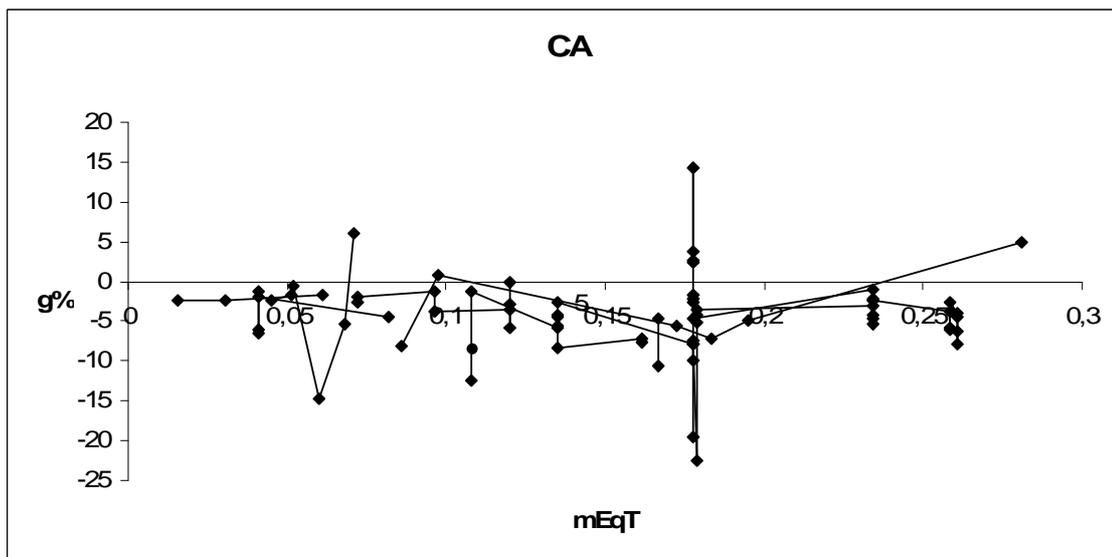


Figura 3.3 - Gráfico da influência do nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g total da dieta) respostas percentuais de desempenho das dietas acidificadas em relação a dietas controle para a conversão alimentar (CA) em gramas (g:g)

Alguns autores dos estudos inclusos na base de dados relataram que a suplementação com acidificantes não exerce influência sobre o GPMD, CRMD e CA de leitões (MANZANILLA et al. (2004), FREITAS et al. 2006, GOMES et al. 2007, SILVA et al., 2008). Contudo, esses resultados diferem dos observados em outras pesquisas (TSILOYIANNIS et al., 2001a, TSILOYIANNIS et al., 2001b) . Ao trabalhar com suplementação de dietas com diferentes acidificantes apresentaram desempenho significativamente melhor do que o grupo controle. Assim como alguns autores verificaram melhorias significativas sobre o desempenho de ganho de peso médio diário (KLUGE et al., 2006; VALENCIA e CHAVEZ, 2002) entre 14 e 21% em relação ao grupo controle utilizando dietas com 1% de ácido benzóico e 1% de ácido acético respectivamente.

As médias de desempenho dos leitões agrupados de acordo com a adição de acidificantes (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 – Respostas médias de acordo com o tipo de acidificante utilizado de acordo com a diferença do valor controle em relação aos de desempenho zootécnico dos leitões

| Dieta | N ¹ | CRMD ² | GPMD ³ | CA ⁴ |
|----------------------|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Controle | 39 | 3,97 ^{ab} | 5,56 ^{ab} | -1,56 ^{ab} |
| Ácido acético | 2 | 4,82 ^{ab} | 10,60 ^a | -6,45 ^a |
| Ácido benzóico | 5 | 11,23 ^a | 16,91 ^a | -5,28 ^a |
| Ácido cítrico | 8 | -0,69 ^{ab} | 0,62 ^{ab} | -1,12 ^{ab} |
| Ácido fórmico | 11 | -5,28 ^b | -3,70 ^{ab} | -1,48 ^{ab} |
| Ácido fumárico | 6 | 4,33 ^{ab} | 8,12 ^a | -3,22 ^{ab} |
| Ácido glucônico | 3 | 11,98 ^a | 17,10 ^a | -4,31 ^{ab} |
| Ácido láctico | 12 | 3,00 ^{ab} | 6,16 ^{ab} | -2,07 ^{ab} |
| Ácido málico | 4 | 1,55 ^{ab} | 5,00 ^{ab} | -7,01 ^a |
| Ácido propiônico | 4 | 2,15 ^{ab} | 5,89 ^{ab} | -3,88 ^{ab} |
| Mistura ^A | 2 | 3,01 ^{ab} | 8,70 ^a | -4,07 ^{ab} |
| Mistura ^B | 2 | -0,76 ^{ab} | 10,34 ^a | -9,10 ^a |
| Mistura ^C | 2 | 2,95 ^{ab} | 1,89 ^{ab} | 2,29 ^{ab} |
| Mistura ^D | 1 | -0,10 ^{ab} | -1,35 ^{ab} | 2,01 ^{ab} |
| Mistura ^E | 1 | -5,83 ^b | -3,38 ^{ab} | -2,08 ^{ab} |
| Mistura ^F | 1 | -4,47 ^b | 0,69 ^{ab} | -4,68 ^a |
| Mistura ^G | 1 | -9,29 ^b | -13,98 ^b | 8,98 ^b |
| Mistura ^H | 8 | -2,25 ^{ab} | -0,16 ^{ab} | -2,27 ^{ab} |
| P tipo de ácido | | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| DPR ⁵ | | 4,00 | 5,76 | 3,68 |
| CV ⁶ | | 0,24 | 0,17 | 0,27 |

¹Número de dados estudados; ²Consumo médio diário de ração (%); ³Ganho de peso médio diário de ração (%); ⁴Conversão alimentar (%); ⁵Desvio padrão residual; ⁶Coeficiente de variação. O modelo incluiu como variáveis qualitativas o tipo de ácido e quantitativas a idade média (dias) e o nível de acidificação (mEq H⁺/g) e como peso a ponderação por qualidade (Qualidade=1-(((CRMD-GPMD)-CA)/CA). Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t a 5% de probabilidade. *Médias ajustadas para o nível de acidificação médio de 0,099 mEq H⁺/g (P<0,0001) para CMDR e GPMD (P=0,23) para CA, e idade média de 36,64 dias (P< 0,01).

Misturas de diferentes acidificantes: ^A50%ALA+10%AFO+5%AFF; ^B55%ALA+5%AFF; ^C48%ALA+7%AFO+5%AFF; ^D83% AFU+17%ABU; ^E50%AFU+50%AFO; ^F91% AFU+9%ABU; ^G66,7 %AFU+ 33,3% AFO; ^H31,8% AAC+31,8AFO+ 1%APRO+1,4% ACI+ 34% AFF.

A resposta aos ácidos é sensivelmente alterada pelo tipo de dieta, tipo de ácido e nível de ácido (TUNG e PETTIGREW, 2006). Na comparação dos acidificantes isolados não foi encontrado diferenças entre a utilização de acidificantes ou o controle (dietas não acidificadas), para os ácidos cítrico, láctico, málico e propriônico para o CRMD ($P=0,01$) e para o GPMD ($P<0,01$) de leitões de acordo com o modelo. Foi verificado que o ácido glucônico apresentou o melhor resultado, 17,10% de aumento em relação ao controle para o GPMD ($P<0,01$) e foram estatisticamente diferentes das misturas que apresentam resultados de ganho semelhantes ao grupo controle. Já para CA ($P=0,01$) a Mistura G (66,7 %AFU+ 33,3% AFO) piorou 8,98% a CA em dietas acidificadas e as melhores respostas foram observadas para o ácido málico e para a mistura B (55%ALA+5%AFF) que apresentaram 7,01 e 9,10% de melhoria na CA em relação ao controle.

Embora em alguns estudos tenha sido relatado que a adição de ácidos orgânicos na dieta de suínos no desmame melhorou significativamente o GPMD (VALENCIA et al., 2002; CALVO et al., 2006; GUGGENBUHL et al., 2007), na metanálise foi verificado que esse aumento depende do tipo de ácido adicionado a dieta.

Em contraste com os resultados obtidos na presente metanálise para consumo de ração, EISEMANN e HEUGTEN et al. (2007) relataram que a utilização de acidificantes diminuiu significativamente o consumo de ração de suínos na fase de creche. A preferência dos suínos jovens por dietas com diferentes acidificantes não tem sido muito estudada, mas PARTANEN et al. (2002) observou que os leitões com 21 dias de idade, utilizando uma mistura de ácidos orgânicos, preferem dietas não acidificadas. Mas conforme verificado

por PARTANEN e MROZ (1999) os ácidos orgânicos podem ter efeitos diferentes sobre ingestão de alimentos: o ácido fórmico tem um efeito positivo, o ácido fumárico não apresenta nenhum efeito e o ácido cítrico tem efeito negativo. No presente estudo o ácido glucônico aumentou em 11,98% o CMDR e a mistura D (83% AFU+17%ABU) apresentou o consumo de ração semelhante em relação ao grupo controle ($P < 0,01$), diferentemente das misturas E, F e G (misturas a base de ácido fumárico) que apresentaram consumo de ração inferior.

Com base nos resultados foi verificado que a acidificação da dieta com ácido benzóico melhorou o consumo de ração e o ganho de peso em 11,23% e 10,60% respectivamente. Em contraste com algumas pesquisas, onde não houve efeito da alimentação com acidificantes sobre o ganho de peso. Segundo SILVA et al. (2008) o uso de uma mistura de acidificantes não favoreceu o desempenho dos leitões sobre o desempenho e a digestibilidade, mas isso pode ser decorrência dos níveis utilizados (0,8 e 0,6%), que podem não ter sido suficientes para favorecer o desempenho, pois acarretaram uma pequena redução no pH das rações não reduzindo satisfatoriamente o pH gastrintestinal. As análises de regressão múltipla obtidas para CRMD, GPMD e para CA estão apresentados na Figura 3.1; 3.2 e 3.3 respectivamente. O modelo incluiu o fator para codagem dos estudos como bloco, que não foi significativo para nenhuma das variáveis.

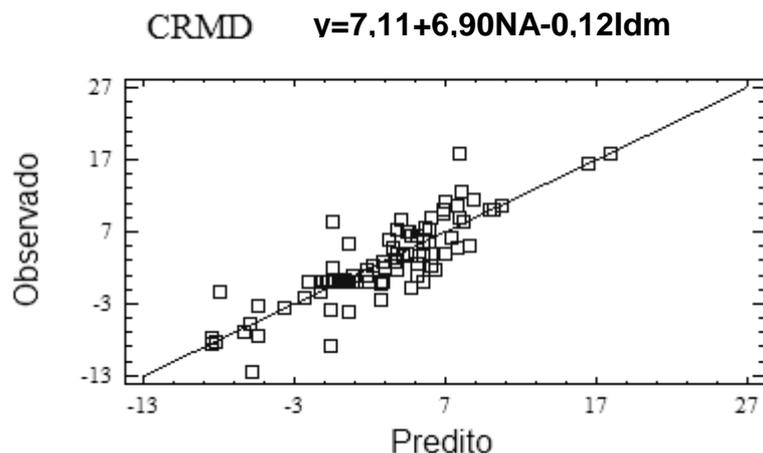


Figura 3.4 – Gráfico de dispersão dos valores preditos em relação aos observados pela equação de regressão do consumo médio diário de ração (CMDR) em porcentagem do grupo controle em relação ao nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g)

Na equação de regressão obtida para estimar o consumo médio diário de ração ($P= <0,0001$, $r^2= 74,74$), verificou-se que o nível de acidificação têm um efeito positivo no consumo de ração, para cada mEq H⁺ por grama da dieta.

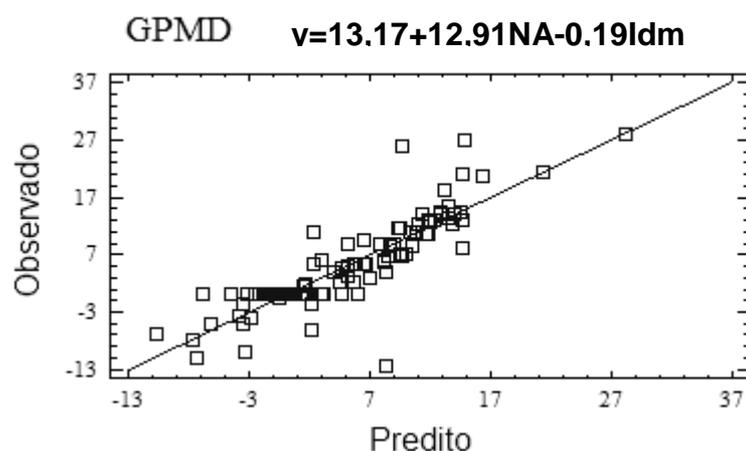


Figura 3.5 – Gráfico de dispersão dos valores preditos em relação aos observados pela equação de regressão do ganho de peso médio diário

(GPMD) em porcentagem do grupo controle em relação ao nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g) (P<0,001), bloqueado por artigo (P=0,35) de acordo com a idade média dos leitões (Idm) (P=0,013).

O nível de acidificação da dieta teve um efeito positivo para cada mEq H⁺ adicionado por grama da dieta de acordo com o modelo (P<0,001, r²=76,13).

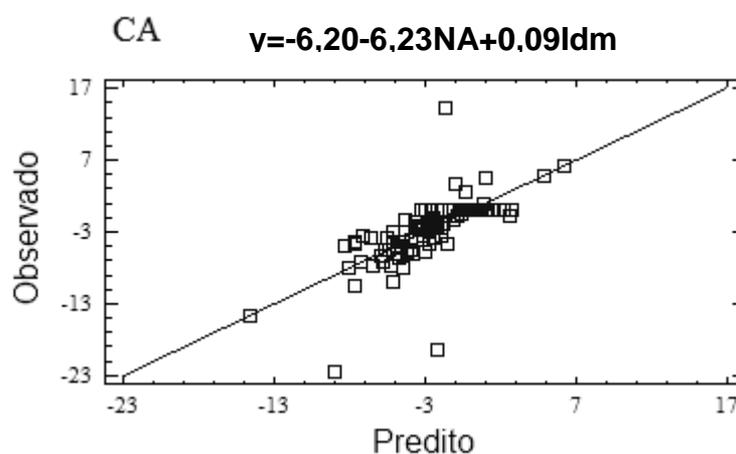


Figura 3.6 – Gráfico de dispersão dos valores preditos em relação aos observados pela equação de regressão da conversão alimentar (CA) em porcentagem do grupo controle em relação ao nível de acidificação (NA; mEq H⁺/g)

A conversão alimentar de leitões no pós desmame com dietas acidificadas não apresentou significância de acordo com o modelo para o nível de acidificação das dietas (P=0,12, r²=50,69).

De maneira geral os efeitos benéficos dos acidificantes sobre o desempenho foi confirmado recentemente em revisões (PARTANEN e MROZ,

1999; TUNG e PETTIGREW, 2006). LI et al. (2008) relataram que os efeitos dos acidificantes sobre o desempenho do crescimento de suínos são parcialmente associados à redução do pH na dieta e digesta. Os efeitos das variáveis de alguns acidificantes podem ser atribuídos à diferença na capacidade tamponate da dieta, dosagem de suplementação de acidificantes, combinação de ingredientes e aditivos, a idade do desmame, duração e alimentação.

A MA mostrou-se eficiente uma vez que foi possível comparar os resultados de diferentes estudos e desta forma obter uma conclusão geral sobre o uso de acidificantes. Os melhores modelos testados explicaram apenas 74-76% da variação no CMD e GMD, restando muito a ser explicado.

Os resultados obtidos nesse trabalho podem revelar mais sobre a estimativa da eficiência do uso de acidificantes e dessa forma fornecer subsídios para inferências e hipóteses futuras.

3.4 CONCLUSÕES

Com aplicação da metanálise sobre as pesquisas relacionadas em banco de dados elaborado por revisão sistemática de literatura reprodutível foi possível verificar que o uso de acidificantes nas dietas de leitões no pós-desmame melhorou o ganho de peso médio diário e o consumo de ração médio diário em comparação com dietas não-suplementadas, mas esse efeito depende do nível de acidificação, da idade dos leitões e do acidificante utilizado.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIAGI, G.; PIVA, A.; MOSCHINI, M.; VEZZALI, E.; ROTH, F. X. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. **Journal of Animal Science**, v.84, p.370-378, 2006.

BOLING, S. D., D. M. WEBEL, I. MAVROMICHALIS, C. M. PARSONS, D. H. BAKER. The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 682-689, 2000.

CALVO, M. A.; ANGULO, E.; COSTA-BATLLORI, P.; SHIVA, C.; ADELANTADO, C.; VICENTE, A. Natural plant extracts and organic acids: synergism and implication on piglet's intestinal microbiota. **Biotechnology**, v.5, n.2, p.137-142, 2006.

CORASSA, A.; LOPES, D.C.; OSTERMANN, J.D.; SANFELICE A. M.; TEIXEIRA, A. O.; SILVA, G. F.; PENA, S. M. Níveis de ácido fólico em dietas contendo ácido fórmico para leitões de 21 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.462-470, 2006.

EISEMANN, J. H.; HEUGTEN, E. V. Response of pigs to dietary inclusion of formic acid and ammonium formate. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1530-1539, 2007.

FARIA FILHO, D.E.; TORRES, K.A.A.; FARIA D.E.; CAMPOS D.M.B.; ROSA P.S. Probiotics for Broiler Chickens in Brazil: Systematic Review and Meta-Analysis. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.8, n.2, p. 89-98, abr-jun 2006.

FRANCO, L. D.; FONDEVILA, M.; LOBERA, M. B.; CASTRILLO, C. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.89, p. 88-93, 2005.

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, n.4, p.1711-1719, 2006 (supl.).

GIANNOTTI, J.D.G.; PACKER, I.U.; MERCADANTE, M.E.Z. Meta-análise para estimativas de correlação genética entre pesos ao nascer e desmama de bovinos. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.435-440, jul.-set. 2002.

GOMES, F.E.; FONTES, D.O.; SALIBA, E.O.S.; FERREIRA, W.M.; FIALHO, E.T.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; CORRÊA, G.S.S.; SALUM, G.M. Ácido fumárico e sua combinação com os ácidos butírico ou fórmico em dietas de leitões recém-desmamados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.5, p.1270-1277, 2007.

GUGGENBUHL, P.; SÉON, A.; PIÑÓN QUINTANA, A.; SIMÕES NUNES C. Effects of dietary supplementation with benzoic acid (VevoVital®) on the zootechnical performance, the gastrointestinal microflora and the ileal digestibility of the young pig. **Livestock Science**, v.108, p.218–221, 2007.

KLUGLE H.; BROZ, J.; EDER, K. Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, p.316-324, 2006.

LI, Z.; YI, G.; YIN, J.; SUN, P.; LI, D.; KNIGHT, C. Effects of organic acids on growth performance, gastrointestinal pH, intestinal microbial populations and immune responses of weaned pigs. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, n.2, p. 252-261, 2008.

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

MANZANILLA, E. G., J. F. PEREZ, M. MARTIN, C. KAMEL, F. BAUCCELLS, J. GASA. Effect of plant extracts and formic acid on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3210-3218, 2004.

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

PARTANEN, K.; SILJANDER-RASI, H.; UOMI, K. Dietary preferences of weaned piglets offered diets containing organic acids. **Agricultural and Food Science in Finland**, v.12, n.2, p.107-119, 2002.

PIERCE, K.M.; SWEENEY, T.; BROPHY, P.O.; CALLAN, J.J.; MCCARTHY, P.; O'DOHERTY, J.V. Dietary manipulation post weaning to improve piglet performance and gastro-intestinal health. **Animal Science**, v.81, p.347-356, 2005.

PIVA, A.; GRILLI, E.; FABBRI, L.; PIZZAMIGLIO, V.; CAMPANI, I. Free versus microencapsulated organic acids in medicated or not medicated diet for piglets. **Livestock Science**, v.108, p.214–217, 2007.

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

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J.J. Les méta-analyses des données expérimentales: applications en nutrition animale. **INRA Productions Animales.** v.18 n. 1, p. 63-73, 2005.

SILVA, A. M. R.; BERTO, D. A.; LIMA, G. J. M. M.; WECHSLER, F. S.; PADILHA, P. M.; CASTRO, V. S. Valor nutricional e viabilidade econômica de rações suplementadas com maltodextrina e acidificante para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.286-295, 2008.

TSILOYIANNIS, V.K.; KYRIAKIS, S.C.; VLEMMAS, J.; SARRIS, K. The effect of organic acids on the control of porcine post-weaning diarrhea. **Research in Veterinary Science**, v.70, p.287-293, 2001a.

TSILOYIANNIS, V. K., S. C. KYRIAKIS, J. VLEMMAS, K. SARRIS. The effect of organic acids on the control of post-weaning oedema disease of piglets. **Research in Veterinary Science**, v.70, p.281-285, 2001b.

TUNG; C.M.; PETTIGREW, J. E. Critical review of acidifiers. **National Pork Board.** 2006. Disponível em: <http://www.pork.org/Documents/PorkScience/ReviewOfAcidifiers.pdf>. Acesso em: 06 out. 2009.

WALSH, M. C.; SHOLLY, D. M.; HINSON, R. B.; TRAPP, S. A.; SUTTON, A. L.; RADCLIFFE, J. S.; SMITH, J. W.; RICHERT B. T. Effects of Acid LAC and Kem-Gest acid blends on growth performance and microbial shedding in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.85, p.459-467, 2007.

WIKIPEDIA. **The Free Encyclopedia.** Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org>> Acesso em: 01 jun. 2009.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos poucos trabalhos publicados utilizando metanálise na área de Zootecnia, praticamente nenhum dá a importância devida à revisão sistemática de literatura, a descrição da metodologia de busca e do teste de relevância realizado. A falta de informação sobre o assunto na nossa área pode levar a aceitação de metanálises realizadas com bancos de dados cuja confiabilidade não foi avaliada, o que pode resultar em conclusões equivocadas, caso a revisão sistemática seja viesada.

Embora a MA seja uma ferramenta estatística aceita em diversas áreas do conhecimento, é importante estar atento a todo o seu planejamento, execução e conclusões. O conhecimento do pesquisador sobre o tema abordado é imprescindível para garantir a confiabilidade e precisão dos resultados para que a informação possa vir a ser utilizada futuramente para a tomada de decisões. É importante estar atento ao viés de seleção, pois há a tendência de que estudos que apresentaram resultados favoráveis em relação à característica estudada serem publicados tornando a evidência e a metanálise tendenciosa.

Os critérios indispensáveis para uma MA incluem um objetivo bem formulado, uma busca completa e abrangente dos estudos em fontes confiáveis, a garantia da qualidade metodológica dos estudos e a utilização de métodos estatísticos adequados.

Foi verificado neste estudo melhoras no consumo diário de ração e no ganho de peso e não foi observado diferença significativa na conversão alimentar em dietas acidificadas em relação ao controle.

Os efeitos benéficos dos acidificantes sobre o desempenho são mais evidentes dentro das primeiras semanas pós-desmame.

Mais estudos devem ser realizados, levando em consideração a capacidade tamponante das dietas a partir de equações desenvolvidas de acordo com os ingredientes utilizados nas rações e dessa forma, estimar com maior precisão a eficiência dos diferentes acidificantes utilizados.