

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

**ESTUDO SOBRE DIETAS À BASE DE SORGO-SOJA, ENRIQUECIDAS COM
CASEÍNA+LACTOSE ISOLADAS, DESTINADAS A LEITÕES DESMAMADOS**

SILVANA CAVALCANTE BASTOS LEITE
Médica Veterinária

FORTALEZA – CEARÁ

2009

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

**ESTUDO SOBRE DIETAS À BASE DE SORGO-SOJA, ENRIQUECIDAS COM
CASEÍNA+LACTOSE ISOLADAS, DESTINADAS A LEITÕES DESMAMADOS**

SILVANA CAVALCANTE BASTOS LEITE

FORTALEZA – CEARÁ

2009

SILVANA CAVALCANTE BASTOS LEITE

**ESTUDO SOBRE DIETAS À BASE DE SORGO-SOJA,
ENRIQUECIDAS COM CASEÍNA+LACTOSE ISOLADAS,
DESTINADAS A LEITÕES DESMAMADOS**

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

Área de Concentração: Produção Animal

Orientação

Prof. Dr. Gastão Barreto Espíndola.

FORTALEZA – CEARÁ

2009

L555e Leite, Silvana Cavalcante Bastos
Estudo sobre dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína+lactose isoladas, destinadas a leitões desmamados / Silvana Cavalcante Bastos Leite, 2009. 190 f. ; il., col., enc.

Orientador: Prof. Dr. Gastão Barreto Espíndola
Área de concentração: Produção animal
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências Agrárias, Depto. de Zootecnia, Fortaleza, 2009.

1.Dietas. 2. Sorgo. 3. Leitões. 4. Lactose. 5. Desempenho. I. Espíndola, Gastão Barreto. II.Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II.Título.

CDD 636.08

SILVANA CAVALCANTE BASTOS LEITE

**ESTUDO SOBRE DIETAS À BASE DE SORGO-SOJA, ENRIQUECIDAS COM
CASEÍNA+LACTOSE ISOLADAS, DESTINADAS A LEITÕES DESMAMADOS**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 26 de fevereiro de 2009
Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Gastão Barreto Espíndola
Universidade Federal do Ceará
Presidente

Prof. Dr. Luiz Euquerio de Carvalho
Universidade Federal do Ceará
Conselheiro

Prof. Dr. Ahmad Saeed Khan
Universidade Federal do Ceará
Conselheiro

Prof. Dr. Cláudio Cabral Campello
Universidade Estadual do Ceará
Conselheiro

Prof. Dr. José Nailton Bezerra Evangelista
Universidade Estadual do Ceará
Conselheiro

À Jesus, meu Senhor e Rei, razão do meu viver, digno de todo louvor, de toda honra e de toda glória, sem ti eu não teria conseguido essa grande vitória.

A meu amado esposo, Pedro Ricardo pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida e a meus filhos Jéssica e Joshua minha herança na Terra. A vocês minha eterna gratidão.

A meus pais, José Airton Bastos e Maria Wilma Cavalcante Bastos, que me educaram com o melhor que tinham e sempre acreditaram em mim.

As minhas irmãs Inês e Valéria pelo incentivo e por acreditarem em mim quando muitos não o fizeram.

Aos meus verdadeiros amigos.

**Com carinho
Dedico**

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, na pessoa bendita de **Jesus de Nazaré** seu filho, que me concedeu mais um sonho, sem ti Pai, eu não teria conseguido.

À **Universidade Federal do Ceará – UFC**, através do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização da presente Tese e pelo conhecimento que me possibilitou adquirir ao longo do curso.

À **FUNCAP** - Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro concedido.

Ao **Prof. Dr. Gastão Barreto Espíndola**, meu querido orientador, pelo incentivo, pelas idéias, pelas correções e pelos ensinamentos transmitidos no decorrer do curso. Meus agradecimentos são insuficientes para exprimir sua grandiosa contribuição na obtenção desse título.

Aos professores do Departamento de Zootecnia – UFC, pelos ensinamentos e apoio transmitidos no decorrer do curso. De forma especial, a estimada **Profa. Dra. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira** e ao estimado **Prof. Dr. Luiz Euquerio de Carvalho**, que muito me ajudaram na realização do experimento e por sempre estarem disponíveis quando precisei.

Ao Coordenador da Pós-Graduação em Zootecnia **Prof. Dr. Breno Magalhães Freitas**.

Ao **Dr. Fernando Maria Leite Pinheiro** da UFC, pela ajuda concedida na formulação das dietas, nas coletas de sangue e pelas sugestões.

Ao **Prof. Dr. Ahmad Saeed Khan**, do Departamento de Economia Agrícola – UFC, pela orientação e correções finais das análises econômicas.

Aos **Prof. Dr. Cláudio Cabral Campello** e ao **Prof. Dr. José Nailton Bezerra Evangelista** da FAVET - UECE, pelas sugestões nas correções finais da tese.

À **Profa. Zirlane Castelo Branco Coelho**, do Laboratório Central do Hospital Walter Cantídio, por gentilmente ajudar na realização das análises do Cortisol.

À **Profa. Dra. Maria Goretti Rodrigues de Queiroz**, do Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Farmácia, Odontologia e

Enfermagem - FFOE, pela ajuda na realização das análises de uréia e proteínas plasmáticas totais.

Ao **Dr. Charles William** da Tecnavic, ao **Dr. Valdir Bedê** da Fatec, ao **Sr. Barbosa** da Granja União – PI, a **Nutron Alimentos** e ao **Sr. Bessa Jr.** pela ajuda financeira concedida, sem a qual não teria sido possível a realização dessa pesquisa.

Ao **Sr. Vandik Pontes Lessa**, da Douro Alimentos que gentilmente nos cedeu os animais utilizados no experimento.

Ao funcionário do Laboratório de Análises Clínicas da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem - FFOE, **Francisco Almir Souza Cardoso**, pela dedicação na realização das provas bioquímicas de uréia e proteínas plasmáticas totais.

À **Francisca**, nossa querida secretária da Pós-Graduação, pela cooperação e apoio administrativo dispensados durante o curso.

Às funcionárias do Laboratório de Nutrição Animal – LANA da UFC, **Roseane e Helena**, pela ajuda na realização das análises bromatológicas.

Aos funcionários da Fabrica de Ração e do Setor de Suinocultura da UFC, **Olavo, Jamilton e José Maria** pela valiosa contribuição durante a realização das atividades experimentais.

Aos colegas, **Severino, Ana Gláudia, Tércia, Beth, Helena Manso e Hélio Manso** valeu!!! Vou guardar vocês sempre no meu coração, muito obrigada pela ajuda.

Aos alunos do Curso de Zootecnia **Tércia, Olívia, Alípio, Rafael e Tales** pela ajuda nas atividades experimentais.

E por fim, a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para essa grande conquista, meu muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE QUADROS.....	xvi
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xx
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	xxii
CAPÍTULO 1 - Referencial teórico.....	1
1.1 - Características fisiológicas do leitão.....	2
1.2 – Alimentos objeto de estudo.....	10
1.2.1 – Sorgo.....	10
1.2.1.1 – Considerações iniciais.....	10
1.2.1.2 – Antecedentes experimentais.....	14
1.2.2 – Caseína.....	18
1.2.2.1 – Considerações iniciais.....	18
1.2.2.2 – Antecedentes experimentais.....	21
1.2.3 – Lactose.....	22
1.2.3.1 – Considerações iniciais.....	22
1.2.3.2 – Antecedentes experimentais.....	25
1.3 – Indicadores plasmáticos do metabolismo do nitrogênio.....	27
1.3.1 – Considerações iniciais.....	27
1.3.2 – Concentração plasmática de uréia.....	28
1.3.3 – Antecedentes experimentais.....	29
1.3.4 – Concentração plasmática de proteínas totais.....	34
1.3.5 – Antecedentes experimentais.....	35
1.4 – O bem-estar na produção animal.....	37
1.4.1 – Histórico.....	37
1.4.2 – Indicadores do bem-estar animal.....	40
1.4.2.1 – Concentração sangüínea de cortisol.....	41
1.4.2.1.1 – Considerações iniciais.....	41
1.4.2.1.2 – Antecedentes experimentais.....	42

1.4.2.2 – Ocorrência de diarreia.....	45
1.4.2.2.1 – Considerações iniciais.....	45
1.4.2.2.2 – Antecedentes experimentais.....	47
1.5 – Aspectos econômicos da produção animal.....	50
1.6 – Referências bibliográficas.....	53

CAPÍTULO 2 - Desempenho zootécnico de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.....

RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	73
2.1 – Introdução.....	74
2.2 – Material e métodos.....	76
2.2.1 – Localização e duração do experimento.....	76
2.2.2 – Condições ambientais.....	76
2.2.3 – Instalações e equipamentos.....	76
2.2.4 – Animais experimentais.....	77
2.2.5 – Manejo sanitário.....	77
2.2.6 – Dietas experimentais.....	78
2.2.6.1 – Composição das dietas experimentais.....	78
2.2.6.2 – Análise químico-bromatológica das matérias-primas utilizadas.....	79
2.2.6.3 – Formulação das dietas.....	80
2.2.6.4 – Elaboração de dietas.....	84
2.2.7 – Planejamento estatístico.....	84
2.2.8 – Procedimento experimental.....	85
2.2.9 – Variáveis do desempenho zootécnico.....	88
2.3 – Resultados e discussão.....	89
2.3.1 – Consumo de ração médio diário.....	89
2.3.2 – Ganho de peso médio diário.....	92
2.3.3 – Conversão alimentar.....	95
2.3.4 – Efeito das interações entre os dois fatores estudados sobre os diferentes parâmetros.....	98

2.4 – Conclusões.....	99
2.5 – Referências bibliográficas.....	100

CAPÍTULO 3 – Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.....	104
---	------------

RESUMO.....	105
--------------------	------------

ABSTRACT.....	107
----------------------	------------

3.1 – Introdução.....	109
-----------------------	-----

3.2 – Material e métodos.....	110
-------------------------------	-----

3.2.1 – Localização e duração do experimento.....	110
---	-----

3.2.2 – Instalações e equipamentos.....	110
---	-----

3.2.3 – Animais experimentais.....	110
------------------------------------	-----

3.2.4 – Dietas experimentais.....	111
-----------------------------------	-----

3.2.5 – Planejamento estatístico.....	112
---------------------------------------	-----

3.2.6 – Procedimentos adotados.....	112
-------------------------------------	-----

3.2.6.1 – Procedimento pré-experimental.....	112
--	-----

3.2.6.2 – Procedimento experimental	113
---	-----

3.3 – Resultados e discussão.....	117
-----------------------------------	-----

3.3.1 – Concentração plasmática de uréia.....	117
---	-----

3.3.2 – Concentração plasmática de proteínas totais.....	120
--	-----

3.3.3 – Relação de eficiência protéica.....	122
---	-----

3.3.4 – Efeito das interações entre os dois fatores estudados sobre os diferentes parâmetros.....	125
---	-----

3.4 – Conclusões.....	126
-----------------------	-----

3.5 – Referências bibliográficas.....	127
---------------------------------------	-----

CAPÍTULO 4 – Bem-estar em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja enriquecidas com caseína e lactose isoladas.....	131
---	------------

RESUMO.....	132
--------------------	------------

ABSTRACT.....	134
----------------------	------------

4.1 – Introdução.....	135
4.2 – Material e métodos.....	137
4.2.1 – Localização e duração do experimento.....	137
4.2.2 – Instalações e equipamentos.....	137
4.2.3 – Animais experimentais.....	137
4.2.4 – Dietas experimentais.....	137
4.2.5 – Planejamento estatístico.....	138
4.2.6 – Procedimentos adotados.....	139
4.2.6.1 – Procedimento experimental para a ocorrência da diarreia.....	139
4.2.6.2 – Procedimento experimental para a concentração sangüínea de cortisol.....	140
4.3 – Resultados e discussão.....	141
4.3.1 – Ocorrência de diarreia.....	141
4.3.2 – Concentração sangüínea de cortisol.....	143
4.3.3 – Efeito das interações entre os dois fatores estudados sobre os diferentes parâmetros.....	145
4.4 – Conclusões.....	146
4.5 – Referências bibliográficas.....	147

CAPÍTULO 5 – Análise econômica da produção de leitões em período de creche, submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.....	150
---	------------

RESUMO.....	151
--------------------	------------

ABSTRACT.....	152
----------------------	------------

5.1 – Introdução.....	153
5.2 – Material e métodos.....	155
5.2.1 – Localização e duração do trabalho de campo.....	155
5.2.2 – Custo das instalações, equipamentos e mão-de-obra.....	155
5.2.3 – Animais experimentais.....	156
5.2.4 – Dietas experimentais.....	156
5.2.5 – Planejamento estatístico.....	157

5.2.6 – Procedimento experimental.....	157
5.2.7 – Coleta e cálculos dos dados experimentais.....	158
5.2.8 – Determinação dos custos.....	158
5.2.8.1 – Custos de produção.....	159
5.2.8.2 – Custo operacional efetivo.....	159
5.2.8.3 – Custo operacional total.....	160
5.2.8.4 – Receita total.....	160
5.2.8.5 – Margem bruta.....	161
5.2.8.6 – Margem bruta percentual.....	161
5.2.8.7 – Margem líquida.....	162
5.2.8.8 – Margem líquida percentual.....	162
5.2.8.9 – Ponto de nivelamento de rendimento.....	162
5.2.8.10 – Índice de lucratividade.....	163
5.3 – Resultados e discussão.....	164
5.4 – Conclusões.....	166
5.5 – Referências bibliográficas.....	167

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

PÁGINA

Tabela 1.1 - Composição nutricional do milho e do sorgo.....	13
Tabela 1.2 - Composição nutricional do milho e do sorgo de alto e baixo tanino.....	14
Tabela 1.3 - Composição percentual da caseína comercial.....	20
Tabela 1.4 - Composição nutricional do leite integral bovino.....	23
Tabela 1.5 - Parâmetros de qualidade para alguns produtos lácteos.....	24

CAPÍTULO 2

Tabela 2.1 - Análise químico-bromatológica (%) dos ingredientes utilizados nas dietas.....	79
Tabela 2.2 - Análise químico-bromatológica calculada dos diferentes ingredientes das dietas.....	80
Tabela 2.3 - Composição percentual e calculada das dietas da fase 1 (21 a 42 dias).....	82
Tabela 2.4 - Composição percentual e calculada das dietas da fase 2 (42 a 63 dias).....	83
Tabela 2.5 - Consumo de ração médio diário (g), por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	89
Tabela 2.6 - Ganho de peso médio diário (g), por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	92
Tabela 2.7 - Conversão alimentar, por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	95

Tabela 2.8 -Comportamento das interações entre os alimentos energéticos e alimentos lácteos sobre os parâmetros de desempenho zootécnico dos leitões desmamados nas fases 1 (21 a 42 dias) e 2 (42 a 63 dias).....	98
---	----

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 -Concentração plasmática de uréia, por alimento energético e por alimento lácteo, ao final das fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	117
---	-----

Tabela 3.2 - Concentração plasmática de proteínas totais, por alimento energético e por alimento lácteo, ao final das fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	120
---	-----

Tabela 3.3 - Relação de eficiência protéica por alimento energético e por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	122
--	-----

Tabela 3.4 -Comportamento das interações entre os alimentos energéticos e alimentos lácteos sobre os Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões nas fases 1 (21-42 dias) 2 (42-63 dias).....	125
--	-----

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 – Ocorrência de diarreia, por alimento energético e, por alimento lácteo, na fase 1 (21-42 dias) em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	141
---	-----

Tabela 4.2 – Concentração sangüínea de cortisol ($\mu\text{g}/\text{dl}$), por alimento energético e, por alimento lácteo, na fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.....	143
--	-----

Tabela 4.3 –Comportamento das interações entre os alimentos energéticos e alimentos lácteos sobre os indicadores do bem-estar de leitões desmamados, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42 - 63 dias).....	145
--	-----

CAPÍTULO 5

Tabela 5.1 – Análise econômica da produção de leitões em período de creche (21-63 dias), submetidos às dietas experimentais.....	164
---	-----

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO 1

Quadro 1 - Fluxograma da produção comercial de caseína e lactose.....	19
--	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2	PÁGINA
Figura 2.1 – Galpão experimental do Setor de Suinocultura.....	77
Figura 2.2 – Animais brincados.....	78
Figura 2.3 – Demonstração esquemática do galpão experimental com os blocos e tratamentos.....	86
Figura 2.4 – Baldes para ração.....	86
Figura 2.5 – Disposição das baias.....	86
Figura 2.6 – Leitão consumindo ração.....	87
Figura 2.7 – Pesagem de leitões em balança eletrônica.....	87
 CAPÍTULO 3	
Figura 3.1 – Coleta de sangue no seio venoso orbital.....	114
Figura 3.2 – Centrífuga refrigerada a 10°C modelo SIGMA 4K 15.....	114
Figura 3.3 – Kit labtest para dosagem de uréia e proteínas plasmáticas.....	115
 CAPÍTULO 4	
Figura 4.1 – Kit para dosagem de cortisol IMMULITE 1000.....	140
Figura 4.2 – Aparelho IMMULITE para imunoensaio quimioluminescente.....	140

RESUMO

LEITE, S. C. B. **Estudo sobre dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína+lactose isoladas, destinadas a leitões desmamados.** Ceará, 2009. 191 p. Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará.

O ensaio foi realizado no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico, os indicadores do metabolismo do nitrogênio, o bem-estar animal e o custo de produção de leitões no período de creche, submetidos a dietas à base de sorgo-soja enriquecidas com caseína + lactose isoladas. O experimento teve a duração de 42 dias, sendo dividido em duas fases experimentais, a saber: fase 1 (21-42 dias) e fase 2 (42 a 63 dias). Foram utilizados 40 animais de linhagem comercial, desmamados com idade aproximada de 21 dias, apresentando um peso médio de 4,76kg. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições, apresentando 2 animais por repetição. Foi realizado um desdobramento fatorial 2X2, sendo 2 cereais energéticos (milho e sorgo) e 2 suplementos lácteos (leite desnatado em pó e caseína + lactose). A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5%. As dietas experimentais foram isoenergéticas, isoprotéicas e isonutrientes para lisina e met+cis. Na fase 1 foi utilizado 21 % de PB e 3350 kcal de EM /kg. e na fase 2, 18,5 % de PB e 3250kcal de EM/kg. As dietas experimentais foram em número de 4 por fase, da seguinte forma: T1 (milho +LDP), T2 (milho+caseína +lactose), T3 (sorgo+LDP) e T4 (sorgo+caseína+lactose). Foi concluído que a substituição do milho pelo sorgo granífero e a inclusão da lactose + caseína é viável quanto ao desempenho zootécnico. A utilização do sorgo e da caseína+lactose nas dietas para leitões desmamados não ocasionou diferenças significativas para os indicadores do metabolismo do nitrogênio nas duas fases experimentais. Os

tratamentos não influenciaram os indicadores do bem-estar animal. Não foram registradas interações significativas ($P > 0,05$) entre os alimentos energéticos e os alimentos lácteos, nas fases 1 e 2 do período de creche, para o desempenho zootécnico e para os indicadores do bem-estar animal. A melhor resposta econômica para a produção de leitões no período de creche foi obtida com a dieta contendo sorgo + caseína + lactose (T4).

PALAVRAS CHAVES: bem-estar animal, caseína+lactose, custos de produção, dietas, desempenho zootécnico, leitões desmamados, metabolismo do nitrogênio, sorgo.

ABSTRACT

LEITE, S.C.B. **Research on weaned pig diets based on sorghum-soybean meal, with isolated casein + lactose.** (Estudo sobre dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína+lactose, destinadas a leitões desmamados). Ceará, 2009. 191 p. Thesis (Doctoral degree in Animal Science), Federal University of Ceará. Ceará.

The research was developed in the Division of Swine Production, Department of Animal Science, Agricultural Science Center, Federal University of Ceará, with the objective of evaluating the animal performance, the occurrence diarrhea, the nitrogen metabolism indicators, animal well-being, and the production cost of piglets submitted to diets containing sorghum-soybean meal and isolated casein+lactose. The assay had the duration of 42 days and it was divided in two phases: 1 (21-42 days of age) and 2 (42-63 days of age) during the nursery period. The experiment used a total of 40 piglets of a commercial line, weaned at 21 days of age (average weight of 4,76 kg). The experiment followed a randomized blocks design, with 4 treatments, 5 repetitions and 2 animals per repetition, unfolded in a factorial 2 x 2 design, composed by two energetic feeds (corn and sorghum) and two milk products (dried skim milk and casein + lactose). Mean values were compared through the Duncan's tests 5%. The diets were isoenergetics, isoproteics and isonutritives for lysine and methionine + cystine. In phase 1, a level of 21% crude protein (CP) and 3350 kcal ME was used and in phase 2, a level of 18,5 % crude protein (CP) and 3250 kcal ME was used. The experimental diets were in number of 4 for phase: T 1 (corn+ dried skim milk), T 2 (corn + casein + lactose), T 3 (sorghum + dried skim milk) and T 4 (sorghum + casein + lactose). The use of sorghum and casein + lactose in weaned pig diets did not cause significant differences for nitrogen metabolism indicators, in both phases of assay. The treatments did not influence the well-being indicators. Related to animal performance and well-being no significant interactions were registered ($P>0,05$) among the factors, during phases 1 and 2 of the nursery

period. The best economical answer for production of piglets in the nursery period was obtained with the diet containing sorghum + casein + lactose (T4).

KEY WORDS: animal performance, animal well-being, casein + lactose, diets, nitrogen metabolism, production cost, sorghum, weaned pigs.

1-CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na atualidade a carne suína é a mais consumida em todo o mundo, apresentando um consumo per capita de 15,9 kg/habitante/ano (ROPPA, 2006). O Brasil é o 4º maior produtor mundial, produzindo em 2007 cerca de 3.026 milhões de toneladas de carne suína (ABCS, 2009). A nível mundial, a nossa participação tem crescido nos últimos anos, devido a fatores como: clima favorável, disponibilidade territorial e o baixo custo de produção (ROPPA, 2006).

Na produção de suínos, a alimentação é um dos itens de maior relevância. O milho, ingrediente energético, participa com aproximadamente 70% na composição das dietas de suínos e aves, tem sido cada dia mais utilizado, o que estabelece uma competição com o homem diminuindo a oferta de grãos disponíveis para a alimentação humana. Diante deste quadro, muitas pesquisas têm sido realizadas em busca de ingredientes alternativos ao binômio milho-soja, para dietas que sejam economicamente viáveis e eficientes na produção animal. Dentro desse contexto se destaca os binômios sorgo-soja e sorgo-girassol.

A desmama precoce é uma das práticas de manejo utilizadas na suinocultura industrial com o objetivo de melhorar os índices de produtividade. No entanto, o momento da desmama envolve vários fatores estressores como a separação da mãe, a adaptação ao novo ambiente, o envolvimento com leitões de outras leitegadas e o estabelecimento da nova dominância, além da troca da dieta (LUDKE et al., 1998). Em conjunto essas mudanças levam a queda no consumo alimentar e ao aparecimento de distúrbios entéricos.

Esse momento da criação tornou-se um grande desafio para os nutricionistas, pois é necessária a utilização de dietas complexas balanceadas que minimizem as perdas produtivas dos leitões. Diante desta situação ingredientes como: lactose, glicerol, caseína, plasma sanguíneo, entre outros estão sendo pesquisados, no intuito de melhorar a condição geral dos animais, numa fase considerada de alto estresse. Nesse contexto, foi realizado um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico, os indicadores do

metabolismo do nitrogênio, o bem-estar animal e o custo operacional total de leitões em período de creche, submetidos a dietas com matérias-primas alternativas, ao milho e ao leite em pó desnatado.

1.1 - Características fisiológicas do leitão

Na suinocultura industrial os leitões são desmamados cada vez mais cedo, existindo na atualidade rotinas de desmame que podem ser realizados entre de 7 a 28 dias de idade, dependendo do sistema de manejo da propriedade. O principal objetivo do desmame é passar suave e rapidamente de uma dieta líquida láctea para uma dieta sólida, baseada em cereais e proteínas de origem animal e vegetal (PARTRIDGE e GILL, 1993).

Além do estresse de separação da matriz, da adaptação ao novo ambiente e da disputa pela liderança do novo grupo, há um outro fator de muita importância nesse momento tão crítico da criação dos leitões, a adaptação às novas dietas. O desempenho final desses animais depende da rapidez com que eles se adaptem a essas mudanças.

É importante considerar que os leitões na idade em que são desmamados são imaturos, vulneráveis e ainda recebem proteção e alimentação das mães, além de apresentarem mudanças fisiológicas necessárias para o seu desenvolvimento, que não podem ser aceleradas.

↪ Idade de desmame

A idade em que os leitões são desmamados exerce grande influência no seu desenvolvimento e quanto mais tardia for essa prática, mais facilmente eles se adaptarão à nova condição de manejo que lhes será imposta. De acordo com MAHAN (1993), leitões mais velhos são mais eficientes na utilização dos nutrientes, ao serem desmamados aos 30 dias. Da mesma forma, LIMA et al. (1990 a, b, c) avaliando três idades ao desmame (21, 28, 35 dias), concluíram que os leitões mais velhos foram mais eficientes na utilização da proteína, lisina e energia.

A idade do desmame não pode ser considerada isoladamente, mas sim associada ao desenvolvimento fisiológico do leitão. Neste sentido, estudos demonstram que há uma diferença entre a idade fisiológica e a idade

cronológica, em relação à produção de enzimas digestivas nos leitões. Leitões mais pesados normalmente têm mais apetite e, portanto, possuem um sistema digestivo mais desenvolvido quando comparado aos leitões mais leves, permitindo assim uma melhor adaptação à nova dieta, por isso ganham mais peso que os leitões mais leves. Na prática, aconselha-se não desmamar leitões com menos de 6 kg. Quando o desmame for realizado aos 21 dias de idade, os leitões que ainda não atingiram esse peso devem ser deixados mais tempo com a mãe com livre acesso aos substitutos do leite (ROPPA, 1998).

↗ Regulação térmica

Após o nascimento, os leitões apresentam o seu sistema termorregulador fisiologicamente imaturo, por isso não conseguem controlar eficientemente a sua temperatura corporal nesse primeiro momento, necessitando de equipamentos conhecidos como aquecedores, que elevam a temperatura ambiental, propiciando uma condição mais agradável aos animais, levando a uma diminuição do gasto de energia dos mesmos para o seu aquecimento. Além da imaturidade no sistema termorregulador, os leitões ainda apresentam o conteúdo de gordura corporal reduzido, equivalendo a aproximadamente 2% do seu peso vivo (WHITTEMORE, 1996). A temperatura corporal do leitão recém-nascido cai em média 2,2 °C imediatamente após o parto (MORES, 1998).

A lactose presente no leite é a principal fonte de energia utilizada pelos leitões para a sua sobrevivência até o desmame aos 21 dias (BERTOL, 2000b). Se as falhas no aquecimento dos leitões forem pronunciadas, ele passa a consumir as reservas de energia para gerar calor, no entanto esse mecanismo fisiológico tem duração limitada (CAVALCANTE, 1984 e BERTOL, 2000c).

A baixa ingestão de alimentos após o desmame e o estresse que ocorre por ocasião desse manejo, levam os leitões a perda das reservas energéticas corpóreas (BERTOL, 2000b). Diante desse fato, a perda de massa adiposa deve ser contornada com o manejo e com a administração de uma ração rica em nutrientes assimiláveis (MEDEL et al., 1999).

Considerando que os leitões são extremamente sensíveis às variações de temperatura, faz-se necessária a manutenção da temperatura ambiental entre 28 e 30 ° C nas semanas seguintes ao desmame, para minimizar as perdas no desenvolvimento dos mesmos. ROPPA (1998) relata que se ocorrerem flutuações muito grandes dentro de um mesmo dia, o efeito será o mesmo que o da falta de calor adequado.

↗ Ingestão alimentar

Logo após o desmame, ocorre uma privação brusca do leite e o leitão reduz o consumo da ração até a adaptação ao novo alimento. Esse fato leva a uma drástica redução do peso. Para ROPPA (1998) a razão para essa redução no peso é que no primeiro dia de desmame o leitão consome entre 20 e 30 g de alimento, sendo que a média dos 7 primeiros dias, mal chega a um consumo de 100g. Ocorre que o baixo consumo após o desmame normalmente perdura por 2 semanas (BALL e AHERNE, 1982; ETHERIDGE et al., 1984a).

Existem vários fatores causadores da redução de consumo após o desmame. A substituição do leite pelas rações fareladas faz com que os animais necessitem adaptar-se a outro tipo de alimento, agora seco, com um novo padrão de apreensão, palatabilidade e composição. A gordura e a lactose, principais fontes de energia durante a fase de aleitamento, são substituídas por óleos vegetais e amido. A caseína, proteína do leite é substituída por proteína vegetal. Os novos alimentos utilizados na dieta podem conter antígenos que causam reações de hipersensibilidade transitória no intestino, ao contrário da proteção imunológica fornecida pelo leite materno. A associação desses fatores leva a redução do consumo alimentar nesse período (LUDKE et al., 1998).

Tanto os fatores ligados aos alimentos utilizados nas dietas como os níveis nutricionais das mesmas podem contribuir para o baixo consumo pós-desmame (FERREIRA et al. 2001).

ROPPA (1998) verificou que outros fatores também podem ser responsabilizados pelo baixo consumo no período pós-desmame.

1. A sociabilidade dos animais. Os leitões preferem comer em grupos, por esse motivo é necessário considerar a adequada quantidade de comedouros.
2. A sonolência e apatia dos leitões após o desmame.
3. Lotes desuniformes na creche. Torna-se necessário uniformizar os lotes para diminuir o estresse de estabelecimento de ordem social.
4. A diminuição do consumo de água. O desmame tem um efeito marcante sobre o consumo de água, que afeta diretamente o consumo de ração seca pelos leitões.
5. A imaturidade fisiológica gastrointestinal. A queda do consumo ao desmame pode ser parcialmente atribuída a uma reação natural do organismo, durante a adaptação a nova dieta alimentar.

↗ Acidificação

No leitão a capacidade de produzir ácido clorídrico no estômago é limitada (EASTER, 1988). Somente com três semanas podem ser reconhecidas macroscopicamente as áreas das glândulas na mucosa gástrica.

Durante a lactação, a falta de acidez é suprida com a produção de ácido láctico, através da fermentação da lactose pelos lactobacilos (MEDEL et al., 1999). A alta concentração de ácido láctico, proveniente do leite, interfere aparentemente na secreção de HCL, visto que, com a redução da concentração de ácido láctico, ocorre o aumento da produção de ácido clorídrico (KOLB, 1987). Como essa transformação é gradativa, a produção de HCL em leitões desmamados precocemente é insuficiente para manter a acidez gástrica semelhante aos animais adultos (ALLEE e TOUCHETTE, 1999).

A deficiência na manutenção do pH ácido pelos animais recém-desmamados reduz a atividade do pepsinogênio e, por conseguinte da pepsina. Sem pepsina, não ocorrerá a primeira digestão das proteínas e elas passarão intactas para o

intestino delgado (ROPPA,1998), onde serão fermentadas pelos microorganismos, estes lesionam a mucosa intestinal diretamente ou através da ação de toxinas, esses efeitos geralmente levam a um quadro de enterite (LOPES et al., 1986).

Altos níveis de proteína não devem ser utilizados nas dietas de leitões após o desmame, pois promovem elevação do pH gástrico quando captam hidrogênio do meio, sendo um dos fatores que favorecem a proliferação da *Escherichia coli* patogênica e a ocorrência de diarreia (MORES et al., 1990; ROPPA, 1998; ALLEE e TOUCHETTE, 1999).

⇒ Microflora entérica

Nos leitões, logo após o desmame, a microbiota intestinal residente não é estável (HAMPSON et al., 2001). O mesmo ocorre com as aves, nas quais a microbiota intestinal após a eclosão muda gradualmente, passando da predominância de microorganismos aeróbios para uma elevada proporção de anaeróbios (MEAD, 1989).

MORES e AMARAL (2001) afirmaram que, durante o aleitamento, o colostro e o leite controlam o crescimento bacteriano no intestino delgado dos leitões. Os lactobacilos têm um papel fundamental no equilíbrio da microbiota intestinal. Para MEAD (1989) a produção de ácido láctico, a associação dos lactobacilos com o epitélio intestinal e as propriedades de certos lactobacilos sobre a resposta imune são benéficas para a saúde intestinal dos leitões desmamados.

Neste contexto, PASSOS Jr. (1997) verificou que com o desmame e com a redução no suprimento de lactose, há uma redução drástica na população de *Lactobacillus spp*, gerando aumento de pH do estômago e também no intestino delgado, possibilitando a proliferação de vários agentes patogênicos que vivem e se multiplicam em faixas de pH mais alcalinos, merecendo destaque a *Escherichia coli*.

Nos leitões a secreção de ácido clorídrico, a completa mistura do alimento e o tempo de retenção, relativamente baixo da digesta no duodeno, garantem que

níveis aceitáveis de patógenos potenciais colonizem o intestino delgado proximal (HOERR, 1998).

↗ Sistema enzimático

No início da amamentação, o sistema enzimático do leitão é relativamente imaturo (LINDEMAN et al., 1986 e BERTOL et al., 2001a). Entretanto, o leitão está adaptado para digerir os nutrientes, altamente digestíveis, contidos no leite (CLINE, 1992 e MEDEL et al., 1999).

Com o desmame o leitão tem dificuldade em manter o pH baixo para a eficiente produção de pepsina, pois há uma diminuição na população de lactobacilos, decorrente da falta de lactose, e leva certo tempo para que ele desenvolva uma produção suficiente de ácido clorídrico (ROPPA, 1998). Portanto, os animais não conseguem digerir eficientemente os carboidratos e proteínas contidas nos grãos de cereais e de sementes oleaginosas (CROMWELL, 1989, ALLEE e TOUCHETTE, 1999 e BERTOL et al., 2000a).

BERTO (1993) afirmou que o consumo elevado no pós-desmame conduz à maior produção enzimática o que melhora a digestão. Neste contexto, KOLB (1987) e TOLEDO et al. (2001) explicaram que as glândulas gástricas podem ser ativadas através de constituintes químicos do alimento ou de produtos provenientes da digestão. Alimentos protéicos de origem animal, como carne, extratos de peixes e produtos outros provenientes da degradação protéica em geral, são os mais potentes estimuladores das glândulas gástricas. Sob ação destas substâncias sobre a mucosa gástrica, a gastrina é secretada na corrente sanguínea, levando a secreção das glândulas fúndicas, situadas no estômago, que produzirão ácido clorídrico e pepsinogênio.

Em uma segunda etapa da digestão, na porção intestinal, onde acontece a mistura do alimento pré-digerido que veio do estômago com as secreções do próprio intestino, do fígado e do pâncreas, LINDEMAN et al. (1986) e ROPPA (1998) explicaram que a produção enzimática é praticamente constante durante a lactação. Entretanto, até os 21-28 dias de idade o sistema digestivo dos leitões não produz quantidades apreciáveis de lipases, amilases e outras enzimas que

degradam os nutrientes contidos em matérias primas de origem vegetal (JENSEN et al., 1997). O aumento na produção das enzimas ocorre gradualmente com a idade (SHIELDS Jr. et al., 1980).

↗ Absorção de nutrientes

A eficiência do ganho de peso nos suínos está positivamente relacionada ao comprimento do intestino delgado, portanto, quanto mais extenso for, maior será a área de absorção. Diante disso, ROPPA (1998) relatou que um leitão de 3kg de peso corporal tem um intestino delgado com a superfície de absorção correspondente a uma área de 114 m².

A mucosa intestinal é formada por inúmeras vilosidades, que são semelhantes a projeções com o formato de dedos e que aumentam a área da superfície da mucosa, para a absorção dos alimentos. Quanto maior for o tamanho das vilosidades, maior será a capacidade de absorção dos nutrientes, pois é nas suas bordas que são produzidas enzimas digestivas, sendo que através delas, os nutrientes são transportados para dentro do organismo (SOARES et al. 2000). Os recém-nascidos apresentam um maior tamanho das vilosidades, e este diminui gradativamente durante a lactação. No entanto, a maior redução ocorre imediatamente após o desmame, diminuindo o tamanho dessas estruturas em até 63% nos primeiros dias. Essa redução compromete radicalmente a digestão e absorção dos alimentos.

Para minimizar os problemas de má absorção e de proliferação microbiana no intestino dos leitões recém-desmamados e, para maximizar o desempenho, é necessário fornecer aos leitões dietas de desmame com alta digestibilidade e baixos níveis de antígenos dietéticos (LUDKE et al., 1998 e MEDEL et al., 1999). A viscosidade do alimento também reduz a difusão de nutrientes e, conseqüentemente, a taxa de absorção (BEDFORD et al., 1996).

↻ Sistema imunológico

O sistema imunológico dos suínos ao nascimento é imaturo, só alcança o nível de desenvolvimento adequado, ao redor dos 35 dias de vida (GATNAU et al., 1995a; ALLEE e TOUCHETTE, 1999; MENDEL et al., 1999). Só a partir da 5ª semana o sistema linfóide adquire maturidade suficiente para produzir suas próprias imunoglobulinas, desta forma o consumo do colostro é imprescindível ao adequado desenvolvimento dos leitões.

Existem dois tipos de imunidade: a sistêmica (humoral) e a das mucosas (local). Nas primeiras 24h de vida, o leitão é capaz de absorver intactas as imunoglobulinas do colostro (IgG) o que lhe proporciona imunidade do tipo sistêmico contra as infecções. Depois deste curto período de tempo, a mucosa intestinal deixa de absorver, de forma intacta, estas moléculas e desta forma o leitão perde esta via de aquisição de imunidade. A partir deste momento, a concentração de IgG no sangue diminui sendo sua ação substituída, ao menos em parte, pela IgA (GATNAU et al., 1995a), proveniente do leite materno, que banham as paredes intestinais e proporcionam certa imunidade local (HORTON, 1995; PÉREZ e CALVO, 1995). De acordo com, FRENÝÓ et al. (1981), a concentração de IgG no colostro cai na seguinte ordem após o parto: 48,26mg/ml (0 hora pós-parto); 29,41mg/ml (12h pós-parto); 14,02mg/ml (24h pós-parto); 9,89mg/ml (48h pós-parto); 5,21mg/ml (72h pós-parto).

As IgAs (anticorpos de secreção), que são secretadas continuamente pela glândula mamária, trato digestivo, trato urogenital e respiratório; são muito resistentes a degradação proteolítica e proporcionam imunidade a mucosa evitando a aderência de bactérias e vírus à parede intestinal (GATNAU et al., 1995a).

↻ Sistema hormonal

Na atualidade, o desmame precoce tem se tornado uma prática de manejo cada vez mais utilizada na suinocultura industrial. No entanto, o desmame

precoce é um dos momentos mais críticos para os leitões, em virtude dos diversos fatores estressores ligados a essa prática de manejo. A separação da porca, a mudança ambiental, a deficiência no controle ambiental, a dificuldade de adaptação aos bebedouros e comedouros, a mistura com leitões de outras leitegadas e a nova dieta levam a uma série de implicações fisiológicas por parte do envolvimento hormonal (LUDKE et al., 1998).

Em situações de estresse prolongado, o efeito catabólico e a gliconeogênese, ocasionado principalmente pelos glicocorticóides liberados pela supra-renal, tem como consequência a inibição do consumo e perda de peso dos animais, pois os tecidos muscular e adiposo são transformados em glicose, para fins de produção de energia (ENCARNAÇÃO, 1989). A hipófise também sofre ação do desequilíbrio hormonal, secretando menos hormônio tireotrófico, conduzindo a uma reduzida atividade da tireóide (FABER e HAID, 1976). A secreção do hormônio do crescimento (STH) também é inibida após o estresse prolongado (MITRA et al., 1972; MITRA e JOHNSON, 1972).

1.2 - Alimentos objeto de estudo

1.2.1 - Sorgo

1.2.1.1- Considerações iniciais

O sorgo pertence à família *Graminae/Poaceae*, cujo nome científico é *Sorghum bicolor L Moench*, sendo originária da África. A produção de sorgo na América do Norte, América do Sul, Europa e Austrália destina-se principalmente à alimentação animal, ao passo que na Ásia, África, Rússia, China e América Central é utilizado na alimentação humana (BUTOLO, 2002).

Mundialmente o sorgo se caracteriza por ser o 5º cereal mais cultivado, produzindo aproximadamente 58 milhões de toneladas/ano (FAO, 2004). No Brasil, por ser uma alternativa importante para o abastecimento do mercado de grãos, a produção tem sido estimulada nos últimos anos, produzindo

aproximadamente 1.543.000 mil toneladas em 2006, sendo o centro-oeste a região de maior produção no país (CONAB, 2007)

O sorgo tem sido cultivado em regiões quentes e secas onde não é obtida boa produtividade em outros cereais. Os sorgos são divididos em 4 grupos, a saber: granífero, forrageiro para silagem ou sacarino, forrageiro para pastejo e vassoura, sendo o sorgo granífero o de maior expressão econômica (RIBAS, 2006).

Uma das particularidades do sorgo é o fato de ser um dos cereais mais resistentes à seca. Em condições de seca ou extremo calor, a planta entra numa fase de descanso, recuperando sua atividade logo que a situação climática melhore. Uma outra peculiaridade do sorgo é o fato de não apresentar uma proteção para sementes, como o milho tem as palhas. No entanto, para suprir essa necessidade, ele produz vários compostos fenólicos, os quais servem como defesa química para predadores (BUTOLO, 2002).

Os compostos fenólicos presentes nos grãos de sorgo podem ser divididos em três grupos: ácidos fenólicos, flavonóides e taninos (WALKER, 1999).

- Ácidos fenólicos: são encontrados em todos os tipos de sorgo, não apresentando efeito antinutricional, no entanto podendo causar alteração na cor dos alimentos.
- Flavonóides: Presentes em alguns tipos de sorgo. Não causando problemas na digestibilidade e na palatabilidade do sorgo.
- Taninos: tipo de fenol, encontrado principalmente na testa das sementes. A testa é um tecido muito pigmentado, localizado logo abaixo do pericarpo.

Os taninos presentes no sorgo causam efeitos antinutricionais quando incluído nas dietas de aves e suínos. Eles reduzem o valor nutritivo da dieta por redução da disponibilidade da proteína e redução na atividade das enzimas digestivas. Como consequência a disponibilidade de aminoácidos é substancialmente diminuída (NYACHOTI et al., 1997).

O sorgo possui aproximadamente os mesmos níveis de proteínas, amido e lipídios do milho, no entanto vários compostos fenólicos podem ocorrer ou não.

O tanino condensado se destaca entre esses compostos fenólicos. O principal problema que o tanino causa, quando presente no sorgo é formar complexos com as proteínas, prejudicando a digestibilidade e modificando a palatabilidade, principalmente em monogástricos (BUTOLO, 2002). Além de inibir a atividade várias enzimas digestivas e provocar erosões das células epiteliais do intestino (BUTOLO e JUNQUEIRA, 2001).

A cor dos grãos de sorgo é determinada pela pigmentação do pericarpo, tegumento e endosperma. Grãos de cor amarela possuem baixo teor de tanino, apresentando, portanto uma melhor digestibilidade da matéria seca, energia e da proteína (KIRBY et al., 1983).

Várias pesquisas têm demonstrado que sorgo com alto teor de tanino pode ser utilizado desde que, sejam feitas correções nas dietas com a ajuda de aminoácidos. Adicionando metionina, lisina ou proteína em dietas com sorgo de alto tanino, é possível obter desempenho semelhante dos animais, comparado às dietas com sorgo de baixo tanino (MYER et al., 1986).

O sorgo é considerado um alimento energético, sendo utilizado com um ingrediente alternativo ao milho. O sorgo tem teores de proteína que podem variar entre 8 e 9%, no entanto apresenta níveis de aminoácidos abaixo dos presentes no milho. Possui o endosperma formado principalmente por amido, sendo 27% de amilose e 73% de amilopectina. É um alimento pobre em pigmentos, apresentando também níveis inferiores de ácido linoléico quando comparado ao milho. Os valores de EM do sorgo de baixo tanino estão muito próximos dos valores encontrados no milho. A tabela da Embrapa indica 3290 Kcal de EM/kg, o que representa 97% do valor de energia do milho.

Tabela 1.1 - Composição nutricional do milho e do sorgo.

Componente	Milho	Sorgo
EM (Kcal/kg)	3390	3290
Proteína bruta (%)	7,60	8,00
Fibra bruta (%)	2,17	2,70
Extrato etéreo (%)	3,80	2,70
Cálcio (%)	0,04	0,04
Fósforo disponível (%)	0,08	0,08
Lisina (%)	0,20	0,24
Metionina (%)	0,15	0,13
Met + Cis (%)	0,33	0,28
Treonina (%)	0,27	0,23
Ac. Linoléico (%)	2,20	1,13
Xantofilas (mg/kg)	23,0	1,10

Fonte: Embrapa (1991).

Quando comparamos os teores de aminoácidos do milho e do sorgo, observamos que o milho apresenta um nível um pouco mais alto em arginina, glicina, lisina, metionina e tirosina. No entanto, o sorgo apresenta níveis mais elevados de histidina, isoleucina, leucina, fenilalanina, serina e valina, quando comparados ao milho. O sorgo ainda apresenta níveis semelhantes ao milho em cistina, prolina, treonina e triptofano (SULLIVAN, 1989). Com relação ao teor de aminoácidos sulfurados o sorgo apresenta níveis mais baixos que os do milho, apresentando também níveis muito baixos em pigmentos e em ácido linoleico (PENZ, 1991).

A composição química e os valores energéticos do milho e do sorgo de alto e baixo tanino encontram-se na Tabela 1.2.

Tabela 1. 2 - Composição nutricional do milho e do sorgo de alto e baixo tanino.

Nutriente	Milho	Sorgo AT	Sorgo BT
Matéria seca (%)	87,11	85,88	87,97
EMSui.(Kcal/kg)	3340	2984	3289
Proteína bruta (%)	8,26	8,94	9,23
Fibra bruta (%)	1,73	2,78	2,30
Gordura (%)	3,61	2,35	3,00
Cálcio (%)	0,03	0,03	0,03
Fósforo disponível (%)	0,08	0,09	0,09
Lisina (%)	0,24	0,20	0,20
Metionina (%)	0,17	0,15	0,15
Met + Cis (%)	0,36	0,32	0,32
Triptofano (%)	0,07	0,09	0,09
Treonina (%)	0,32	0,31	0,31
Ac. linoléico (%)	1,83	1,13	1,05

Fonte: ROSTAGNO et al. (2005) – adaptado; BT (baixo tanino) e AT (alto tanino)

1.2.1.2 - Antecedentes experimentais

Em um experimento com leitões na fase de crescimento (peso inicial 24 kg), HANSEN et al. (1993a) avaliaram o valor da suplementação da treonina, do triptofano, da metionina e da isoleucina em dietas à base de sorgo-soja com baixo nível de proteína. Os tratamentos consistiram em dietas com 12, 13 e 14% de proteína bruta e foram suplementadas com lisina sintética, para que as mesmas ficassem com 0,62% de lisina digestível. Os dados sugeriram que a treonina foi o segundo aminoácido limitante nas dietas a base de sorgo-soja com 12, 13 e 14% de PB. Nenhuma das dietas com 12% de PB resultou em desempenho semelhante ao obtido com 16% de PB. Para se obter um resultado semelhante à dieta com 16% seria necessária uma dieta com no mínimo 14% de PB suplementada com lisina e treonina.

HANSEN et al. (1993 b) conduziram experimentos com leitões desmamados aos 28 dias, para determinar o valor da adição de treonina, metionina, triptofano, isoleucina e lisina em dietas com baixa proteína a base de sorgo e soja. As dietas foram formuladas com 15, 17 e 19 % de proteína bruta, contendo 0,95% de lisina digestível, adicionadas com 0,38; 0,26 e 0,13% de lisina sintética, respectivamente. Os autores concluíram que a treonina e a metionina foram limitantes nas dietas com 15 ou 17% de proteína bruta. Dietas à base de sorgo-soja adicionadas com lisina, metionina e treonina podem produzir em leitões, desempenho semelhante às dietas com 21% de proteína bruta, sem suplementação.

Várias pesquisas têm demonstrado que a lisina e a treonina são o 1º e o 2º aminoácido limitante em dietas a base de sorgo e soja para leitões. No entanto, variações nos níveis nutricionais podem exigir suplementação destes e de outros aminoácidos. BRUDEVOLD e SOUTHERN (1994) conduziram experimentos para determinar os aminoácidos limitantes em uma dieta à base de sorgo com baixa proteína (12%) para leitões com peso entre 10 e 20 kg. A lisina e a treonina são reconhecidamente o 1º e o 2º aminoácidos limitantes para suínos em dietas a base de sorgo e soja. Os dados sugerem que a histidina, isoleucina, triptofano e valina podem ser considerados de forma semelhante o 3º aminoácido limitante para suínos quando dietas a base de sorgo e soja são utilizadas. Os autores relataram que a adição de pequenas quantidades de metionina em dietas nas quais esse aminoácido estava no nível adequado, pode induzir a lesões (hepato e esplenomegalia e aumento dos rins), nesses casos a adição de metionina deve ser cautelosa.

WARD e SOUTHERN (1995) trabalharam com suínos (50 a 100 kg) comparando dietas formuladas com sorgo e sem farelo de soja, suplementadas com lisina, treonina, metionina, triptofano e nitrogênio não essencial e dietas formuladas com sorgo e soja e seus efeitos sobre o desempenho e as características da carcaça. Os animais alimentados com as dietas à base de sorgo-soja apresentaram melhor desempenho e características da carcaça, que os animais alimentados com as dietas com sorgo e aminoácidos. Esses

resultados indicaram que a suplementação das dietas à base de sorgo com lisina e treonina resultou em um desempenho abaixo do esperado para suínos na fase de terminação. Parece que outro fator além dos aminoácidos ou do nitrogênio pode ser limitante em dietas à base de sorgo para suínos na fase de terminação.

DE LA LLATA et al. (2002) trabalharam com suínos para determinar a quantidade de lisina que pode ser adicionada as dietas à base de sorgo – soja nas fases de crescimento e terminação sem afetar o desempenho e a qualidade da carcaça. Os tratamentos consistiram em uma dieta controle (sem suplementação de lisina) ou 0,15%; 0,225% e 0,30% de lisina. Com o aumento das quantidades de lisina ocorreu uma diminuição do ganho de peso diário, do consumo e da conversão alimentar, diminuição do tecido magro e um aumento da gordura do lombo. Os dados indicaram que a adição de mais de 0,15% de lisina nas dietas levou a uma resposta negativa no desempenho, sendo essa resposta negativa causada pelo excesso de lisina sintética e não pela utilização do sorgo.

SHELTON et al. (2004) conduziram experimentos com suínos utilizando sorgo em suas dietas para avaliar o efeito da amilase e amilopectina sobre o crescimento, e a qualidade da carcaça. O sorgo foi equivalente ao milho nas fases de crescimento e terminação, sem maiores efeitos no crescimento e na qualidade da carcaça. A associação sorgo-amilopectina não proporcionou benefícios quando comparada aos tratamentos com milho ou sorgo-amilose-amilopectina.

O efeito do tamanho da partícula do sorgo sobre a digestibilidade dos nutrientes para suínos na fase de crescimento e terminação foi investigado por OWSLEY et al. (1981). Foram utilizados três tamanhos de partículas: 3,57 mm (grossa), 2,85mm (media) e 2,36mm (fina). Cada sucessiva redução da granulometria melhorou a digestibilidade ileal aparente da matéria seca, do amido, da energia e do nitrogênio. A digestibilidade total desses componentes foi mais alta quando se utilizou o menor tamanho de partícula. A digestibilidade de aminoácidos no íleo foi melhor quando se utilizou a partícula de menor tamanho.

A digestibilidade total dos aminoácidos foi melhor com a partícula mais fina, no entanto a digestibilidade da lisina não foi afetada pelos tratamentos. Os dados indicam que quanto mais moído for o sorgo melhor a digestibilidade dos nutrientes para suínos nas fases de crescimento e terminação.

FIALHO et al. (2002) trabalharam com suínos na fase de crescimento para verificar a influência da substituição do milho pelo sorgo sem tanino. O primeiro experimento determinou o balanço de nitrogênio, o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), a energia digestível (ED) e a energia metabolizável (EM) das rações experimentais onde o milho foi substituído pelo sorgo (0; 33; 66 e 100%). No segundo experimento foi verificada a influência dos níveis de substituição sobre o desempenho animal. Não houve efeito dos níveis de substituição do sorgo sobre a retenção de nitrogênio, sobre o CDPB, sobre a ED e EM. Os dados de consumo, o ganho de peso e conversão alimentar não apresentaram diferenças significativas para nenhuma das rações testadas. Os autores concluíram que o sorgo pode substituir o milho em rações para leitões em recria (10 a 30 kg) sem prejudicar a digestibilidade de nutrientes e o desempenho dos animais.

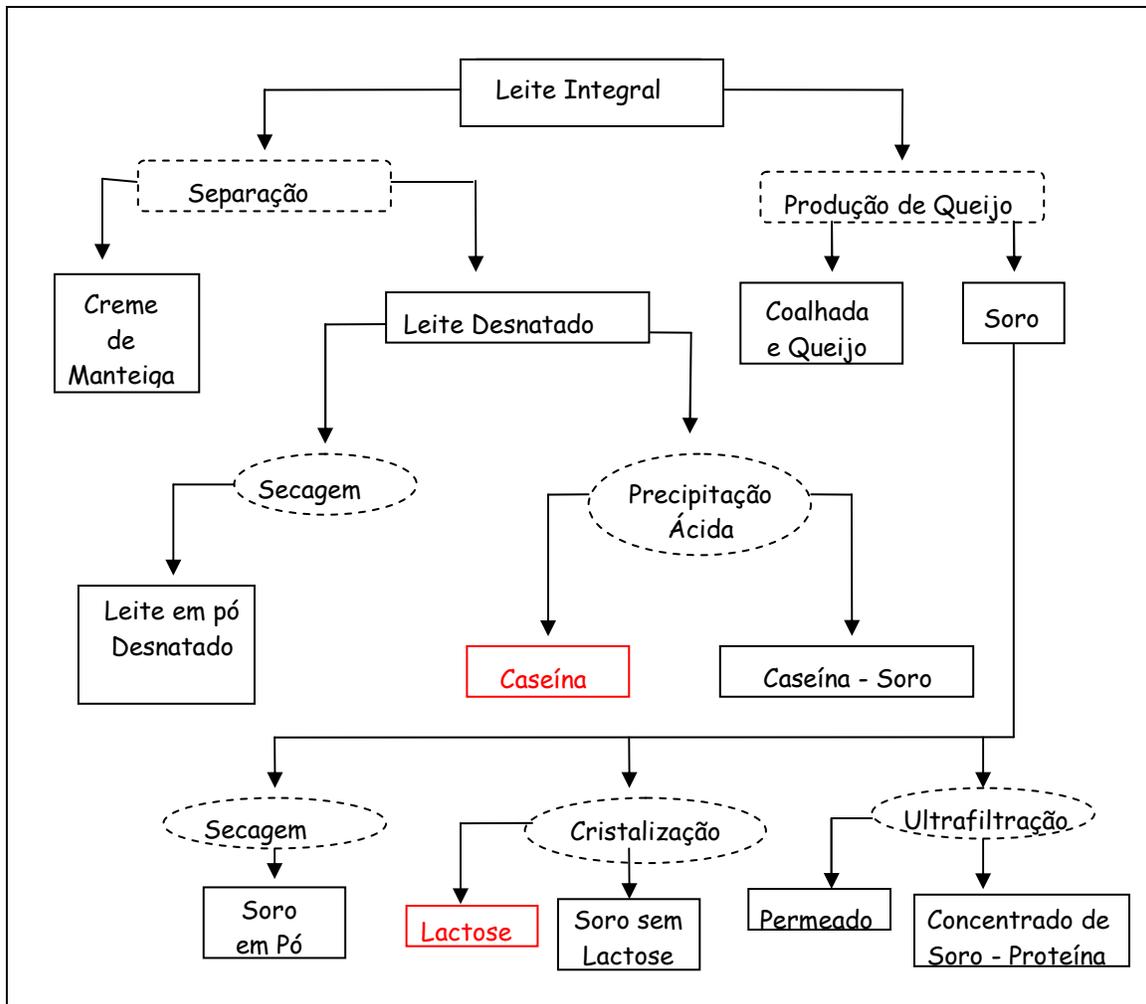
NYANNOR et al. (2007) trabalharam com leitões para avaliar a qualidade nutricional de duas variedades de sorgo de alta digestibilidade e uma de sorgo normal comparados ao milho. Nesse experimento foi determinada a digestibilidade ileal aparente e a digestibilidade total dos nutrientes e da energia. Não houve diferença na digestibilidade ileal e nem na digestibilidade total para matéria seca, energia, P, Ca e N entre os tratamentos. Os autores concluíram que o sorgo pode substituir o milho nas dietas para leitões sem prejudicar o desempenho.

1.2.2 - Caseína

1.2.2.1 - Considerações iniciais

A inclusão de produtos lácteos em dietas para desmame em leitões tem sido bastante estudada. O efeito benéfico dos produtos lácteos se deve tanto a lactose, como a sua fonte protéica, a caseína.

A caseína é obtida a partir do leite desnatado, sendo comercialmente produzida por meio de precipitação ácida (Quadro 1). Ela é uma das principais proteínas com funcionalidade tecnológica em alimentos, apresenta propriedades que não podem ser substituídas por outras proteínas em certas aplicações. Caseína e caseinatos são comumente utilizados na formulação de produtos lácteos, chocolates, coberturas comestíveis, bebidas lácteas, e produtos embutidos (ROMAN e SGARBIERI, 2005).



Quadro 1. Fluxograma da produção comercial da caseína e lactose (BUTOLO,2002).

O leite é um fluido sintetizado na glândula mamária, composto por: água, glicídios (lactose), gorduras, proteínas (principalmente a caseína e albumina), minerais e vitaminas. Estima-se que o leite seja constituído por mais de 100 constituintes distintos, embora a maioria deles não tenham sido ainda identificados.

A caseína (latim *caseus*, queijo) é uma proteína do tipo fosfoproteína encontrada no leite fresco. Representa de 77 a 82% do total de proteínas do leite. Quando coagulada com renina é chamada de "paracaseína"(caseína de coalho) e, quando coagulada através da redução de pH é chamada "caseína ácida" (WIKIPEDIA,2007). Vários autores relatam que na composição química

da caseína comercial são encontrados em pequena proporção gorduras e carboidratos (Tabela 1.3).

Tabela 1.3-Composição percentual da caseína comercial.

Constituinte	Teor¹	Teor²	Teor³	Teor⁴
Umidade	10,87	8,30	7,75	8,65
Proteína	78,73	81,42	81,50	84,21
Gordura	-	0,80	0,67	0,80
Fibras	-	-	0,13	-
Cinzas	2,52	-	5,08	2,60
Carboidratos	-	-	4,87	-

¹ Embrapa (1991); ² ROSTAGNO (2000); ³ NAVES et al. (2004); ⁴ ROSTAGNO (2005).

A caseína conhecida como a principal proteína do leite representa 80 % de toda a proteína encontrada no mesmo, sendo os 20 % restantes constituídos pela albumina e globulina. A caseína é um dos mais abundantes componentes do leite junto à lactose e as gorduras.

Existem vários tipos identificados de caseínas: α , β , γ e κ , todas similares em sua estrutura. As caseínas se agregam formando grânulos insolúveis chamados micelas, já as demais proteínas estão em forma solúvel (GONZÁLEZ et al., 2001).

A caseína α_1 compreende de 39 a 46% dessas proteínas. A α_2 apresenta-se entre 8 e 11 %, tendo 207 aminoácidos. A β apresenta-se entre 25 e 35 % dessas proteínas, tendo 209 aminoácidos. Já a caseína γ é originada a partir da proteólise da caseína β e apresenta-se entre 3 a 7 % das proteínas. A caseína κ compreende de 8 a 15 % do total de proteínas, sendo formada por 165 aminoácidos. (VARNAM e SUTHERLAND, 1995).

As caseínas são altamente digestíveis no intestino, sendo uma fonte de aminoácidos de alta qualidade, por isso tem sido usada nas dietas de animais jovens.

1.2.2.2 - Antecedentes experimentais

HOGAN et al. (1956) utilizaram a caseína como única fonte protéica em dietas para aves, com o objetivo de determinar qual aminoácido é limitante nessa situação. A caseína como fonte protéica para aves se mostrou muito deficiente em arginina, essa situação foi corrigida quando 1,2% de arginina foi adicionada a dieta.

A comparação entre as proteínas do leite e da soja em dietas para leitões desmamados tem geralmente mostrado baixo ganho de peso nos leitões alimentados com a proteína da soja. Investigando essa situação, MILLER et al. (1965) trabalharam com duas fontes protéicas (caseína e proteína isolada de soja) para comparar os efeitos das fontes protéicas sobre o crescimento, nível de minerais sangüíneos, desenvolvimento esquelético, balanço mineral e requerimentos de vitamina D2 para leitões. Dentre as dietas testadas a que obteve melhor resultado para todas as variáveis foi a dieta com caseína + 100 UI de D2. Os leitões que receberam as dietas com proteína da soja excretaram excessiva quantidade de Ca, P e Mg nas fezes, resultando em uma diminuição da retenção mineral. Os dados indicaram que o requerimento de vitamina D2 para os leitões que receberam dietas contendo proteína isolada de soja foi maior que as 100 UI/kg requeridas para as dietas com caseína.

POND et al. (1971) compararam a utilização da caseína, da proteína de peixe e da proteína isolada da soja como substitutivos do leite desnatado em pó na alimentação de leitões e seus efeitos hematológicos. A proteína de peixe foi equivalente a caseína para promover o crescimento. Não houve evidência de toxicidade ou não aceitação da proteína concentrada de peixe para os leitões. Nesse experimento a proteína de peixe se mostrou equivalente a caseína e

superior a proteína da soja como fonte protéica em dietas líquidas para leitões durante o período de 2 dias a 23 dias de idade.

MATEO e VEUM (1980) trabalharam com leitões na fase neonatal (1 a 29 dias de idade) para comparar a utilização de duas fontes protéicas (caseína+triptofano+arginina e soja+lisina+metionina+triptofano). Os leitões alimentados com dietas contendo a caseína tiveram melhor ganho de peso e conversão na primeira fase do experimento (1 a 15 dias), quando comparados às dietas com a proteína da soja. Já na segunda fase do experimento (15 a 29 dias) os resultados foram similares para as duas fontes protéicas.

Técnicas laboratoriais *in vivo* têm sido usadas para mostrar a diferença entre a proteína da soja e a da caseína. Diferentes fontes protéicas promovem respostas a curto ou longo prazo para a síntese protéica em diferentes órgãos. Considerando essa situação, DEUTZ et al. (1998) trabalharam com suínos (20-22 kg) cateterizados para avaliar a qualidade *in vivo* da caseína e da proteína da soja, pela retenção de proteína e cinética protéica no fígado, intestino e músculo e a taxa de síntese de uréia. O estudo mostrou que a proteína da soja não estimulou a síntese protéica tanto quanto a proteína da caseína e que durante a infusão da dieta, proporcionalmente, a proteína da soja foi degradada a uréia mais que a proteína da caseína. Isto implicou no fato de que o valor biológico da proteína da soja é inferior ao da caseína.

1.2.3 - Lactose

1.2.3.1 – Considerações iniciais

Os produtos lácteos são extensivamente utilizados na alimentação de bovinos desmamados precocemente, como substituto do leite materno, na alimentação de suínos na fase pré-inicial e também como fonte de lactose em alimentos neonatais, na primeira semana (BUTOLO, 2002).

O leite desnatado em pó, o leite integral desidratado, o soro do leite e queijo são produtos utilizados na alimentação animal. Do soro do queijo é extraída a

lactose, para uso em preparações farmacêuticas e em preparações para aleitamento auxiliar (BUTOLO, 2002).

A lactose é um dissacarídeo característico do leite, sendo obtido pela reação de alfa ou beta-glicose com a beta-galactose (Tabela 1.4). A sua concentração, relativamente constante, varia de 4,4 a 5,2 %, dependente do teor de sais no leite, com os quais mantém a pressão osmótica igual a do sangue (PINHEIRO e MOSQUIM, 1991). A lactose tem como característica a baixa solubilidade em água (15 a 20%) e baixo poder adoçante (TOMAS, 1998). É o composto sólido presente em maior quantidade no leite desnatado, aproximadamente 50%, e no soro, em torno de 70 a 80% (HOBMAN, 1984).

Tabela 1.4 – Composição nutricional (%) do leite integral bovino.

Constituinte	Teor¹	Teor²	Teor³
Água	87,3	87,5	88
Lactose	4,6	4,6	4,7
Gordura	3,9	3,6	3,4
Proteínas	3,25	3,6	3,2
Minerais	0,65	0,7	0,72

¹ Fonte: adaptado de Walstra e Jenness (1984); ² Behmer (1987); ³ Wattiaux (2007).

A lactose é uma fonte de energia importante para a sobrevivência dos leitões após o nascimento, pois esses animais possuem pequena reserva de gordura e baixa capacidade de reter calor, e apresentam nessa fase o sistema digestivo ainda em desenvolvimento, com o nível das principais enzimas em crescimento e o nível de lactose em decréscimo (BIRD e HARTMANN, 1994).

A variabilidade da composição das fontes lácteas é um fator importante a ser considerado no seu estudo e na sua utilização nas dietas. NEESMITH et al. (1997) recomendam alguns parâmetros de qualidade para diferentes produtos lácteos (Tabela 1.5).

O soro de leite em pó, a lactose cristalina e o soro de leite desproteinado podem ser utilizados para suprir as necessidades de lactose na dieta dos leitões. NESSMITH et al. (1997) verificaram que estas três fontes de lactose proporcionam resultados equivalentes no desempenho dos leitões, desde que sejam de boa qualidade e provenientes de processamento adequado.

Tabela 1.5 – Parâmetros de qualidade para alguns produtos lácteos.

Parâmetros	Soro de leite	Soro desproteinado	Lactose pura
Lactose (%)	> 71	> 80	> 99
Cinzas (%)	< 8,5	< 9,2	< 0,3
Proteínas (%)	>11,5	< 2,0	< 0,3
Solubilidade (%)	100	100	100
pH	5,8 – 6,2	5,5 – 6,5	5,8 – 7,0

Fonte : NEESMITH et al. (1997).

A lactose serve de substrato para o crescimento da microflora benéfica. Estes organismos convertem parte da lactose em ácido láctico, o que dificulta o desenvolvimento de muitos organismos patogênicos (FOWLER, 1995). Além disso, a flora benéfica compete com os organismos patogênicos pelos sítios da parede intestinal, sendo esse processo chamado de exclusão competitiva.

O processo de absorção dos nutrientes pelos leitões recém-desmamados é dificultado, devido à capacidade limitada na digestão da ração seca em substituição ao leite materno. Uma alternativa para amenizar essa transição é a utilização de produtos lácteos, altamente digestíveis e palatáveis, sendo a lactose comumente utilizada, a fim de minimizar o retardo no crescimento na primeira semana pós-desmame.

O processo de digestão da lactose ocorre por dois mecanismos, a saber, a hidrólise enzimática (lactase) e a fermentação microbiana. A digestão da lactose

ocorre principalmente no jejuno. No entanto, na insuficiência de lactase, parte da lactose não digerida entra na circulação sanguínea e a maior parte chega ao íleo e cólon, onde sofre fermentação bacteriana produzindo ácidos.

A fermentação da lactose a ácido láctico é uma característica importante na digestão e na saúde intestinal dos leitões. A continuação da alimentação com lactose após o desmame pode ajudar na manutenção da qualidade intestinal devido à flora intestinal apresentar grande quantidade de lactobacilos adaptados à utilização da lactose presente no leite materno.

1.2.3.2 - Antecedentes experimentais

MATEO e VEUM (1980) trabalharam com leitões na fase neonatal (1 a 29 dias de idade) para comparar a utilização de duas fontes protéicas (caseína+triptofano+arginina e soja+lisina+metionina+triptofano) e duas fontes de carboidratos (lactose e glicose) sobre o desempenho dos animais. As dietas contendo lactose ou glicose produziram desempenho similar nos leitões.

MAHAN (1992) conduziu dois experimentos para determinar a eficácia da lactoalbumina, do soro desidratado e da lactose e dois níveis de lisina, sobre o desempenho e a retenção de N₂ em leitões desmamados. A inclusão de soro desidratado de alta qualidade nas dietas iniciais pós-desmame resultou em um melhor ganho de peso e uma melhor conversão alimentar. Os autores concluíram que a lactose contida no soro desidratado foi o componente responsável pelo melhor desempenho ocorrido nessa fase. Resultados semelhantes foram obtidos por LEPINE et al. (1991), que relataram um aumento do ganho de peso dos leitões devido a um dos componentes do soro, a lactose, que de acordo com os autores foi o nutriente mais limitante da dieta a base de milho e soja.

MAHAN (1993) avaliou a eficácia de dietas com glúten de milho, lactose e soro desidratado sobre o desempenho de leitões desmamados. Os resultados confirmaram que a suplementação com lactose foi importante não só no início da fase de pós-desmame, mas em todo o período inicial, no qual ocorreu um

melhor crescimento dos leitões. A inclusão de lactose nas dietas entre 32 e 47% resultou em um ganho de peso superior e um melhor consumo dos animais em toda a fase inicial, quando comparado aos outros tratamentos.

BERTOL et al. (2000) realizaram um experimento para comparar quatro níveis de inclusão de lactose (0, 7, 14 e 21%), na dieta pré-inicial de leitões desmamados aos 21 dias, com o objetivo de definir o melhor nível de lactose para a dieta de desmame nesta idade. A suplementação da dieta com lactose nas duas primeiras semanas após o desmame melhorou o desempenho dos leitões desmamados aos 21 dias de idade. A definição do melhor nível de inclusão de lactose nas dietas de desmame dependerá de uma avaliação do custo adicional desta suplementação em relação ao ganho obtido no desempenho.

MAHAN et al. (2004) trabalharam com leitões desmamados aos 21 dias para avaliar o efeito de dietas complexas e de vários níveis de lactose sobre a performance de leitões. A inclusão da lactose nas dietas foi muito importante para manutenção da qualidade intestinal. A melhor resposta no desempenho foi obtida com a inclusão de 25 a 30% de lactose logo após o desmame (animais com 7 kg de peso), na 2ª fase (animais com 12,5 kg de peso) com nível de 20% de lactose e entre 10 e 15% de lactose para os animais com 25 kg de peso.

LOPES et al. (2005) desenvolveram um experimento para avaliar o uso das fontes de lactose (soro de leite e lactose) e níveis de lisina em rações (1,2% e 1,5%), sobre o desempenho e a morfologia intestinal de leitões desmamados aos 21 dias. Foram avaliados o ganho de peso, consumo alimentar, a conversão alimentar, altura das vilosidades, profundidade das criptas duodenais, a relação altura das vilosidades/profundidade de criptas e a relação peso do pâncreas/peso da carcaça. De acordo com os autores, uso da lactose proporcionou melhor desempenho nos leitões quando combinado a 1,5% de lisina. Os tipos de dietas estudados não exerceram efeito sobre a morfologia do duodeno e a relação peso do pâncreas/peso corporal.

Com o objetivo de avaliar o efeito de subprodutos lácteos (soro de leite e lactose) sobre o peso vivo, peso da carcaça, peso das vísceras e composição

química da carcaça, GUERREIRO et al. (2006) trabalharam com leitões até 28 dias após o desmame. Os resultados indicaram que a lactose não afetou significativamente o peso, assim como a composição da carne, das vísceras e do sangue. A variação de peso durante os primeiros sete dias se manteve constante, apresentando maiores mudanças nas últimas três semanas do experimento. Os autores concluíram que durante as quatro primeiras semanas após o desmame o metabolismo protéico em leitões privilegia o crescimento das vísceras em detrimento do muscular.

FRANK et al. (2005) utilizaram dietas com três níveis de proteína (5; 15 e 25%) e dois de lactose (7;31%) para avaliar o desempenho e a síntese e deposição protéica em leitões neonatais. O desempenho e a síntese protéica não foram influenciados pela proteína e pelo consumo de lactose. A concentração plasmática de uréia aumentou linearmente com o consumo de proteína.

1.3 - Indicadores plasmáticos do metabolismo do nitrogênio

1.3.1 - Considerações iniciais

Uma das principais funções do sangue é o transporte. Ele veicula nutrientes, oxigênio, produtos do metabolismo e a secreção de glândulas endócrinas por todo o corpo (SWENSON, 1988).

O plasma sangüíneo é formado por compostos inorgânicos e orgânicos, como enzimas, hormônios, lipídeos, proteínas (albumina, globulinas, fibrinogênio), aminoácidos, glicose, uréia e ácido úrico. O soro por sua vez, tem a sua composição similar ao plasma, no entanto, não apresenta fibrinogênio e nem os componentes da coagulação (SWENSON, 1988).

A avaliação de componentes sanguíneos como uréia, ácido úrico, colesterol, albumina, proteínas plasmáticas, triglicérides e globulinas é fundamental para a confirmação de teorias nutricionais que envolvem determinados elementos na alimentação animal (RODRIGUES, 2001).

1.3.2 - Concentração plasmática de uréia

No lúmen e nas células do trato gastrintestinal ocorre a hidrólise das proteínas da dieta, resultando na produção de aminoácidos livres que após absorvidos são transportados ao fígado, onde ocorre a desaminação de aminoácidos com a formação de íons de amônia (BEITZ e ALLEN, 1988). A amônia é extremamente tóxica aos tecidos, por isso é convertida em uréia e eliminada pelos rins através da urina. A maior parte de uréia do organismo é excretada pela urina, no entanto pequenas quantidades podem ser excretadas pelo suor e degradadas por bactérias intestinais.

A concentração plasmática de uréia (CPU) depende da qualidade e da quantidade de proteína contida na dieta. De modo geral, o excesso de proteína na dieta, assim como o consumo de proteína de baixo valor biológico resulta no aumento da concentração plasmática de uréia, ácido úrico ou íons de amônio (BEITZ e ALLEN, 1988).

Pelo fato de ser influenciada pela qualidade da proteína da dieta a concentração plasmática de uréia tem sido apontada como tendo uma rápida resposta para mudanças nas concentrações dos aminoácidos nas dietas, por isso pode estimar os requerimentos de aminoácidos (COMA et al. 1995 b).

Em situações de jejum ou desbalanço nutricional onde ocorre uma menor ingestão de proteína, o organismo utiliza as proteínas dos tecidos corporais, levando ao catabolismo das mesmas com perda de nitrogênio corporal que aumentará o nível de uréia plasmática até que a situação seja corrigida.

PIMENTA et al. (1998) relataram que a concentração plasmática de uréia sofre influência do genótipo, pois animais selecionados para rendimento de carne e cortes nobres possuíam uma CPU menor (32,21 mg/100ml) que animais selecionados para eficiência reprodutiva (41,29 mg/100ml), quando avaliados na fase de crescimento e dentro do mesmo nível protéico (19% PB). Resultados semelhantes foram relatados por FABIAN et al. (2003) que também encontraram diferenças entre a CPU em suínos convencionais (15,3mg/dl) e animais melhorados (11,5mg/dl). De acordo com os autores, os animais selecionados

apresentaram um nível de uréia plasmática mais baixo porque utilizam os aminoácidos de forma mais eficiente para o crescimento que os animais controle.

Fatores como sexo pode influenciar na concentração plasmática de uréia. CHEN et al. (1999) afirmaram que o aumento da proteína da dieta leva ao aumento da CPU em leitões. Esse aumento na CPU foi mais evidente em leitões castrados que em leitoas. Os autores atribuíram este fato a maior ingestão de proteínas por parte dos machos castrados.

De forma geral a concentração plasmática de uréia diminui com o aumento do consumo de energia, indicando uma melhoria de utilização do nitrogênio da dieta. Com a utilização de dietas de baixo nível energético, os aminoácidos são desaminados e oxidados para manter a energia necessária.

Os níveis de fibra da dieta podem interferir na concentração plasmática de uréia. Porcas adultas alimentadas com dietas ricas em fibra mostraram ter uma maior eficiência na síntese protéica bacteriana em seu trato digestivo, permitindo que a excreção de nitrogênio fosse substituída da uréia na urina para a proteína bacteriana nas fezes (KIRCHGESSNER et al., 1983; TROTTIER, 2001).

1.3.3 - Antecedentes experimentais

TIGBE e ZIMERMAN (1977) trabalharam com leitões na fase inicial e crescimento para avaliar os efeitos da levedura como fonte de proteína. Alguns metabólitos do nitrogênio foram mensurados nesse experimento dentre eles a uréia sangüínea. O nível da uréia plasmática diminuiu linearmente (11,7 mg/100ml; 8,1 mg/100ml; 2,7mg/100ml) com a utilização da levedura como fonte protéica. Os autores concluíram que os aminoácidos da levedura foram mais eficientes para a síntese protéica que os da soja.

Em outro experimento realizado com levedura, LANDELL FILHO et al. (1993) relataram que na fase de crescimento os níveis de levedura não influenciaram significativamente o teor de uréia sangüíneo (26,87; 26,62; 27,39; 25,15 e 22,72 mg/100ml) dos leitões. No entanto, na fase de terminação houve uma diminuição

linear da concentração plasmática de uréia (25,43; 24,40; 22,95; 22,70 e 20,52 mg/100ml) com a inclusão da levedura nas dietas.

BASTOS (1991) trabalhou com suínos (10 e 20 Kg de peso vivo) para avaliar o efeito de cinco níveis de lisina (0,70; 0,80; 0,90; 1,00; 1,10) sobre o desempenho dos animais. De acordo com o autor não houve diferenças significativas entre os tratamentos para o nível de uréia plasmática dos animais. Os valores de uréia oscilaram entre 36,29 mg/100ml a 42,19 mg/100ml.

CHEN et al. (1995) trabalharam com duas linhagens de suínos para determinar os requerimentos protéicos baseados no desempenho, nas características de carcaça, no crescimento dos tecidos, no peso dos órgãos e para avaliar se os requerimentos de proteína podem ser determinados pelas mudanças na concentração plasmática de uréia. Os resultados indicaram que houve diferenças significativas entre as duas linhagens para o desempenho, para a qualidade de carcaça e para a taxa de crescimento dos tecidos. A concentração plasmática de uréia pode ser usada para determinar os requerimentos de proteína em diferentes linhagens e em diferentes estágios de crescimento.

Os requerimentos de lisina para porcas adultas foram estimados por COMA et al. (1996) através da concentração plasmática de uréia como um critério de respostas rápidas. Os tratamentos consistiram em seis níveis de lisina: 0,45; 0,55; 0,65; 0,75; 0,85 e 0,95%. Esses níveis corresponderam aos seguintes consumos diários de lisina: 30,2; 36,9; 43,6; 50,3; 57,0; 63,7 g/d. A concentração de uréia diminuiu quadraticamente com o aumento de lisina nas dietas. Os resultados indicaram que as porcas adultas com leitegadas de 10 leitões, com média 2,22kg, exigiram 55,3g/d de lisina total para minimizar a concentração plasmática de uréia e, portanto, presumivelmente, minimizar a mobilização de proteína corpórea.

MIYADA et al. (1997) trabalharam com leitões com peso vivo entre 10 e 28 kg, para avaliar o efeito da inclusão de cinco níveis de levedura seca (0; 5; 10; 15; 20%) como fonte protéica. De acordo com os autores o aumento da inclusão

da levedura nas rações levou a uma redução linear dos teores de uréia sanguínea (30,19; 27,64; 27,17; 25,84; 21,41 mg/dl).

KENDALL et al. (1998) realizaram um experimento com suínos utilizando níveis baixos e altos de proteína bruta suplementadas com aminoácidos (lisina, metionina, treonina e triptofano). Ao final de cada fase do experimento amostras de sangue foram coletadas para avaliação posterior do nível de uréia sanguínea. De acordo com os dados obtidos, os animais que ingeriram a dieta com baixo nível de proteína bruta obtiveram um nível de uréia sanguínea mais baixa (4,4 mg/dl) quando comparados aos animais que consumiram um nível mais alto de proteína bruta (11,5 mg/dl).

PIMENTA et al. (1998) utilizaram dois genótipos (G1: rendimento de carne; G2: eficiência reprodutiva) de suínos e níveis crescentes de proteína na fase crescimento e terminação para avaliar o teor de uréia sanguínea. Os resultados mostraram que para o nível protéico mais alto (19%) na fase de crescimento houve diferenças significativas entre os genótipos (G1=32,21mg/100ml e G2=41,29mg/100ml). O G2 apresentou um maior teor de uréia, indicando um excesso de proteína na ração e sobra de aminoácidos, que foram provavelmente desaminados e eliminados na forma de uréia. Na fase de terminação nenhum dos fatores influenciou o teor de uréia no sangue.

CHEN et al. (1999) avaliaram os efeitos do excesso de proteína da dieta sobre o desempenho, as características de carcaça, o peso dos órgãos, a concentração plasmática de uréia (CPU) e a atividade da arginase no fígado de suínos de ambos os sexos na fase de terminação. Foram utilizados cinco níveis de proteína nas dietas (13; 16; 19; 22 e 25%). O consumo diminuiu linearmente à medida que aumentou-se a proteína das dietas, sendo que a redução do consumo foi maior nas fêmeas. A concentração plasmática de uréia aumentou com a proteína, nos machos oscilou entre 21,1 e 68,8 mg/dl e nas fêmeas entre 21,1 e 56,9 mg/dl.

JIANG et al. (2000) trabalharam com leitões desmamados aos 14 dias para avaliar os efeitos do plasma animal desidratado e da proteína da soja extrusada sobre a eficiência de utilização da proteína da dieta. Os resultados indicaram

que o tratamento com plasma animal foi mais eficiente na utilização da proteína da dieta para crescimento dos tecidos. Nas dietas com plasma animal foi constatada uma diminuição dos teores de uréia circulante no sangue, quando comparados às dietas com soja extrusada.

Utilizando farelo da amêndoa de castanha de caju para avaliar o desempenho e os componentes sanguíneos de suínos na fase inicial (21 a 42 dias), RODRIGUES (2001) verificou que não houve diferenças significativas na concentração sanguínea de uréia dos animais.

OWUSU-ASIEDU et al. (2002) trabalharam com leitões desmamados aos 10 dias para avaliar as propriedades do plasma animal desidratado e do plasma autoclavado sobre o desempenho e sobre a concentração de uréia sanguínea. Os tratamentos não afetaram a conversão alimentar durante o período experimental. A partir do 14^o dia os níveis de uréia plasmática foram mais altos nos leitões alimentados com a dieta que continha o plasma animal autoclavado, indicando a evidência de catabolismo da proteína corporal, em virtude da ineficiente utilização da proteína da dieta para a síntese de proteína corporal.

Utilizando dietas com baixo nível protéico para avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes, o desempenho e os metabólitos do plasma GOMEZ et al., (2002) realizaram dois experimentos com leitões de alto padrão genético. Foram utilizados dois tratamentos, a saber: controle (milho e soja) e ideal (baixo nível protéico + aminoácidos sintéticos). Os aminoácidos utilizados na suplementação foram: lisina, treonina, triptofano e metionina. Os leitões alimentados com a dieta ideal cresceram menos e apresentaram uma baixa concentração plasmática de uréia quando comparados com os da dieta controle.

Os efeitos da proteína da dieta (alta 18,5 e baixa 15,7%) e da adição de fibra sobre a excreção de nitrogênio e a concentração de uréia plasmática foram estudados por ZERVAS e ZIJLSTRA (2002). A concentração de uréia plasmática reduziu com a baixa proteína da dieta e com a inclusão da fibra. A uréia plasmática esteve relacionada com a excreção urinária de N₂, sugerindo que a excreção de N₂ pode ser predita pela uréia plasmática. Da mesma forma, FIGUEROA et al. (2002), relataram que a concentração de uréia plasmática

diminuiu linearmente com a redução da proteína. Indicando maior eficiência na utilização do nitrogênio.

FABIAN et al. (2003) trabalharam com leitões convencionais e leitões selecionados para avaliar o desempenho, utilizando alguns parâmetros sanguíneos. Os resultados indicaram que leitões com genótipos distintos exibiram diferentes taxas de crescimento, perfil sorológico e composição corporal. De acordo com os autores os animais selecionados utilizaram os aminoácidos mais eficientemente para o crescimento que os animais controle, visto que os animais selecionados apresentaram uma concentração plasmática de uréia média (9,5 e 11,5 mg/dl, para a fase inicial e crescimento respectivamente, menor que a dos animais do grupo controle 11,8 e 15,3 mg/dl, respectivamente).

A concentração plasmática de uréia foi mensurada em animais Large White de linhas divergentemente selecionadas para taxa de eficiência de crescimento e teste de desempenho, utilizando animais com 30, 50 e 75 kg. A linha selecionada para melhor conversão alimentar apresentou a concentração de uréia plasmática mais baixa que a linha selecionada para alta taxa de crescimento (CAMERON et al., 2003).

Um experimento foi conduzido por MOREIRA et al. (2003) para avaliar o efeito da inclusão do farelo de algodão sobre o desempenho de leitões (15 – 30 kg de peso vivo). Foram utilizados cinco níveis de inclusão de farelo de algodão, a saber: 0 ; 4; 8;12 e 16%. Dentre outros parâmetros a concentração plasmática de uréia foi avaliada. A concentração plasmática de uréia dos leitões não foi influenciada significativamente pelo farelo de algodão.

Para determinar os efeitos de fontes de fibra na redução da proteína em dietas suplementadas com aminoácidos, sobre a excreção de nitrogênio, o desempenho e a qualidade da carcaça, SHRIVER et al. (2003) trabalharam com suínos na fase de crescimento e terminação. Os dados sugeriram que a redução da PB com a suplementação de aminoácidos reduziu a excreção de nitrogênio sem influenciar o desempenho. A adição de fibra teve pouco efeito no balanço do nitrogênio e no desempenho. A concentração plasmática de uréia foi bastante

reduzida nos animais que consumiram as dietas de baixa proteína com adição de aminoácidos.

FABIAN et al. (2004) trabalharam com leitões machos castrados na fase de crescimento e terminação para investigar os efeitos dos aminoácidos da dieta sobre o desempenho e o balanço de nitrogênio. Amostras de sangue foram coletadas no final do período para avaliação dos parâmetros sangüíneos dentre os quais a uréia. Os leitões que foram alimentados com dietas de baixo nível de aminoácidos tiveram significativamente uma menor concentração plasmática de uréia, quando comparados aos leitões alimentados com dietas com elevado nível de aminoácidos.

Com o objetivo de avaliar o potencial da concentração plasmática de uréia para predizer a taxa de excreção urinária de N_2 e o desenvolvimento de um modelo matemático para estimar variáveis importantes na utilização do nitrogênio, KOHN et al. (2005) realizaram experimentos com várias espécies animais. Os autores concluíram que a concentração plasmática de uréia foi altamente correlacionada com a taxa de excreção do N_2 urinário. Amostras de sangue podem predizer a taxa de excreção de N_2 , a taxa de excreção de N_2 fecal, taxa de consumo de N_2 e a eficiência na utilização do N_2 . Portanto, a concentração plasmática de uréia pode ser calculada em diferentes espécies animais para quantificar a utilização do N_2 e as taxas de excreção.

1.3.4 - Concentração plasmática de proteínas totais

O plasma forma 55 a 70% do sangue e pode ser obtido de uma amostra na qual tenha sido impedida a coagulação. As proteínas plasmáticas conhecidas são a albumina, as globulinas (α_1 , α_2 , β_1 , β_2 e γ) e o fibrinogênio. Existem ainda outras proteínas em micro quantidades tais como: os anticorpos, as enzimas e certos hormônios (SWENSON, 1988).

As proteínas plasmáticas apresentam várias funções no organismo tais como: ajudam a manter a pressão coloidosmótica do plasma, ajudam a manter a pressão sangüínea normal, influenciam a estabilidade da suspensão de

eritrócitos, ajudam a regular o equilíbrio ácido-básico do sangue, afetam a solubilidade de açúcares, lipídios, e outras substâncias em solução plasmática, transportam substâncias ligadas pelas proteínas plasmáticas como nutrientes e hormônios (SWENSON, 1988).

Dietas com restrição de aminoácidos resultam em uma diminuição na concentração de proteínas plasmáticas totais (ATNMO et al. 1976; POND et al., 1980; POND e YEN, 1984). Essa restrição pode ocorrer quando dietas com baixos níveis protéicos são ingeridas, em situações que levem a uma diminuição do consumo alimentar ou pelo consumo de dietas nutricionalmente desbalanceadas.

SWENSON (1988) considera níveis normais de proteínas totais plasmáticas para suínos valores entre 6,5-8,5 g/dl de sangue. No entanto, para FRIENDSHIP e HENRY (1992) a concentração de proteínas totais em leitões desmamados varia entre 44 a 74 g/l. KANECO (1999), citado por NUNES (2000) considera valores normais para suínos a concentração de proteínas totais entre 79 a 89 g/l.

1.3.5 - Antecedentes experimentais

Com o objetivo de relatar as mudanças no volume sangüíneo, no hematócrito, nas proteínas totais do plasma e nas frações de proteína do plasma, RAMIREZ et al., (1963) conduziram um estudo com leitões do nascimento até cinco semanas de idade. A absorção das proteínas no intestino durante as primeiras 24 horas de vida produziu um aumento na concentração de proteínas plasmáticas. Esse aumento inicial de proteínas ocorreu devido a um aumento nas alfas e betas globulinas absorvidas do colostro. Ao longo da cinco semanas a concentração de albumina cresceu tornando-se 60% das proteínas totais do plasma.

TREMERE et al., (1966) realizaram dois experimentos com suínos para examinar as relações entre os lipídios totais, as proteínas totais do soro e as características de carcaça em animais com aptidão para produção de bacon. Os autores concluíram que a magnitude dos coeficientes de correlação e a variação

ocorrida entre os experimentos indicaram que a mensuração dos elementos do soro constituiu um indicador importante de qualidade de carcaça.

Um ensaio foi realizado por ATINMO et al. (1976) com marrãs e sua progênie para avaliar as mudanças no peso corporal, nas proteínas séricas e nos níveis de albumina em um período de desnutrição protéica. As marrãs que foram alimentadas com as dietas de baixa proteína, como os seus respectivos fetos ganharam menos peso que o grupo controle. A progênie das marrãs, que sofreram severa restrição protéica apresentou um desenvolvimento retardado. As concentrações de proteínas totais e albumina séricas foram reduzidas nos animais que sofreram a severa restrição protéica e nos seus fetos, no entanto não houve diferença significativa no nível de proteínas séricas da progênie após o nascimento. A restrição protéica, no período de 3 a 11 semanas de idade, induziu a redução dos níveis séricos de proteínas totais e albumina.

Dois experimentos foram conduzidos por SHERRY et al. (1978) para determinar os efeitos de fontes de gordura e proteína utilizadas como energia em dietas para leitões de 1 a 23 dias de idade. Os níveis sanguíneos de glicose, proteínas totais e uréia foram resistentes à influência da fonte de proteína das dietas. Os níveis sanguíneos de proteínas totais, colesterol, triglicérides e fosfolipídios diminuíram com o aumento da idade, enquanto que a glicose aumentou com a idade.

POND et al. (1984) estudaram o efeito da deficiência protéica no crescimento, nos parâmetros sanguíneos e na concentração plasmática do zinco em suínos geneticamente magros e obesos. Os animais geneticamente magros foram mais afetados pela deficiência protéica das dietas, parâmetros como: ganho de peso, proteínas totais e albumina séricas declinaram drasticamente com o consumo da dieta.

No trabalho de BERTO (1985), a concentração plasmática de proteínas totais de leitões na fase de recria diminuiu com o aumento do nível de levedura nas rações, resultado este atribuído pelo autor à menor quantidade de proteína verdadeira presente nas rações, com níveis crescentes de levedura.

LANDELL FILHO et al. (1993) trabalhando com níveis crescentes (0; 25; 50; 75 e 100%) de levedura de centrifugação da vinhaça (LCV) em substituição ao farelo de soja, em rações com 15% e 13,1% de PB, para a fase de crescimento e terminação, respectivamente, observaram que na fase de crescimento os níveis de LCV determinaram efeito quadrático na concentração de proteínas totais. Entretanto, na fase de terminação os níveis de LCV não influenciaram significativamente a concentração plasmática de proteínas totais nos leitões. Os autores concluíram que a concentração plasmática de proteínas totais, foi significativamente menor nos suínos em terminação, indicando que a mesma diminui com o avanço da idade dos animais.

MIYADA et al. (1997) estudando a inclusão de diferentes níveis de levedura seca (0, 5, 10, 15 e 20%) como fonte de proteína, em rações peletizadas, isocalóricas e isoprotéicas, para suínos entre 10 e 28 kg PV, concluíram que o aumento da levedura na ração não influenciou significativamente os níveis da concentração plasmática de proteínas totais (5,96; 5,76; 5,83; 5,90 e 5,86g/dl).

FABIAN et al. (2004) conduziram um estudo para investigar os efeitos das dietas com restrição de aminoácidos sobre o desempenho, metabólitos sangüíneos, qualidade de carne e de carcaça e; balanço de nitrogênio de suínos na fase de crescimento e terminação. Os autores concluíram que animais alimentados com dietas de baixo nível de aminoácidos tiveram uma diminuição da concentração plasmática de proteínas totais.

1.4 - O bem-estar na produção animal

1.4.1 - Histórico

A questão do bem-estar animal está cada vez mais presente na consciência pública dos países desenvolvidos, ao mesmo tempo em que aumenta a demanda por maior segurança alimentar e outras mudanças de preferências, além daquelas relacionadas ao preço do produto.

O conceito de bem-estar animal foi estabelecido prioritariamente dentro de parâmetros de natureza muito ampla e de aspectos pouco científicos, portanto, de difícil aceitação por países produtores. Países escandinavos (Suécia e Dinamarca), seguidos pela França foram os primeiros a adotar conceitos mais pragmáticos de bem-estar e delinear as normas para criação de animais (NAAS, 2003). Hoje, os países escandinavos (Suécia, Dinamarca e Noruega), Alemanha e Holanda apresentam uma legislação mais rígida a respeito do bem-estar animal.

A primeira legislação de bem-estar continha algumas recomendações para evitar que os animais fossem maltratados. No Reino Unido, o Protection of Animal Act (Lei de Proteção dos Animais, 1911) não permitia maus tratos, sofrimentos desnecessários e a promoção de brigas entre animais.

No ano de 1964, Ruth Harrison publicou o livro *Animal Machines*, relatando os maus tratos sofridos pelos animais submetidos ao confinamento (MITCHELL e KETTLEWELL, 2003). Essa publicação provocou um grande impacto na sociedade da época, levando o Parlamento da Grã-Bretanha à criação do Comitê Brambell em 1964, então formado por produtores. Em 1965, o referido Comitê apresentou um relatório, onde evidenciava as cinco liberdades mínimas que um animal deveria ter: virar-se, cuidar-se corporalmente, levantar-se, deitar-se e estirar os seus membros.

No Reino Unido em 1968, sob a influência do relatório do Comitê Brambell, foram formulados os códigos de recomendação para o bem-estar dos animais, que foi a primeira legislação mundial a proteger efetivamente o animal (MITCHELL e KETTLEWELL, 2003).

Na legislação Européia foram adotadas anteriormente cinco diretivas relacionadas com diferentes aspectos do bem-estar animal. Esses tratados foram revisados e os mais relevantes para os animais de produção fazem menção a proteção dos animais durante o transporte internacional, proteção dos animais criados com objetivos produtivos e proteção de animais de abate (MITCHELL e KETTLEWELL, 2003).

Dentre os pontos importantes para a definição do bem-estar animal estão as cinco liberdades: liberdade psicológica (de não sentir medo, ansiedade e estresse), liberdade comportamental (de expressar o seu comportamento normal), liberdade fisiológica (de não sentir sede ou fome), liberdade sanitária (de não estar exposto a doenças ou a dor) e liberdade ambiental (de viver em ambientes adequados, com conforto). Ainda é universalmente aceita como medida de bem-estar animal, a sua saúde física. Entretanto, questiona-se se essa medida seria suficiente (MOLENTO, 2005).

O bem-estar animal tem sido definido de várias formas por diversos autores. De acordo com HURNIK (1992), o bem-estar pode ser definido como um estado de harmonia entre o animal e o seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas, com alta qualidade de vida para o animal. Já para BROOM (1991), o bem-estar se refere ao estado de um indivíduo em relação ao seu ambiente.

A conceituação de bem-estar envolve as questões físicas e mentais e a maioria das preocupações estão centradas em como o animal se sente, quando exposto a um determinado tipo de confinamento ou manejo. Normalmente encontram-se os conceitos de bem-estar divididos em três aspectos: o legal, o público e o técnico (SWANSON, 1995). Os conceitos legais são estabelecidos pelo sistema legal, que define normas que possam ser seguidas e aceitas pela sociedade e corretamente interpretadas pelo judiciário. O público envolve o conhecimento da sociedade civil, a empatia e o ativismo face às questões relacionadas a animais. O técnico é baseado em informações científicas oriundas de medidas efetivas de bem-estar, expressas por comportamento específico, aspectos fisiológicos e respostas produtivas.

A ausência de bem-estar nos animais criados para a produção de carne pode resultar em um produto de qualidade inferior e de baixo valor comercial. No caso dos suínos pode haver uma maior incidência de carne com PSE (pálida, mole e exsudativa), DFD (escura, dura e seca) e com menor tempo de vida de prateleira (ENCARNAÇÃO, 1989).

Na atualidade, existem novos desafios para a produção animal. Além de buscar melhor produtividade e aumento na qualidade do produto, deve-se também considerar que há uma demanda por sistemas de produção que não agridam o ambiente e assegurem que o bem-estar dos animais não será comprometido.

1.4.2 - Indicadores do bem estar animal

O bem-estar dos animais pode ser avaliado através de medidas de comportamento e medidas diversas (cortisol, frequência cardíaca, proteínas de fase aguda, lactato, creatinina-fosfo-quinase e ocorrência de diarreia) e da qualidade do produto.

O estresse tem sido o principal mecanismo de medida ou de avaliação do bem-estar animal. A resposta do estresse apresenta dois componentes. O primeiro é uma rápida resposta de alarme conhecido como síndrome de emergência. Esse processo envolve a atividade do sistema simpático-adrenal e secreção de catecolaminas, adrenalina e noradrenalina. O segundo componente da resposta do estresse ocorre após o alarme e durante um período mais longo, permitindo que o animal se recomponha do alarme ou se adapte a uma nova situação.

A terminologia utilizada na mensuração do bem-estar precisa ser clara para evitar confundimento nos dados apresentados. Existem muitos cientistas que aceitam melhora e piora do bem-estar como termos de avaliação. No entanto, são encontrados em publicações termos como bem-estar adequado ou bom, assim como pobre ou ruim. BROOM e MOLENTO (2004) sugerem a utilização de termos como bem-estar adequado e bem-estar pobre, ou alternativamente alto e baixo bem-estar, apesar de bem estar bom e ruim constituírem expressões cientificamente validas.

O estresse pode ser definido como um estímulo ambiental sobre um indivíduo que sobrecarrega seus sistemas de controle e reduz sua adaptação, ou parece ter potencial para tanto (BROOM, 1993). Ao se utilizar esta definição,

a relação entre estresse e bem-estar fica muito clara. Considerando-se que bem-estar se refere a uma gama de estados de um animal, desde muito bom até muito ruim, sempre que existe estresse o bem-estar tornar-se pobre (BROOM e MOLENTO, 2004).

1.4.2.1 - Concentração sanguínea de cortisol

1.4.2.1.1 - Considerações iniciais

As respostas ao estresse são desencadeadas inicialmente pela ativação do eixo hipotálamo-pituitária-adrenal. Essa ativação é provocada pela liberação do hormônio liberador de corticotrofina (CRM) pelo hipotálamo e a subsequente liberação do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH), pela pituitária anterior e de glicocorticóides pelo córtex da adrenal (VARLEY e STEDMAN, 1994).

A interação entre um estímulo (fator estressor) e a resposta ao estímulo manifesta-se na forma da “síndrome de adaptação geral”, na qual o organismo tenta reduzir os efeitos do fator estressor. Embora ocorram mudanças em quase todo o sistema endócrino, o córtex da adrenal desempenha as mais importantes funções no mecanismo de adaptação. Na porção medular da adrenal são produzidas a adrenalina e a noradrenalina (catecolaminas), hormônios que são rapidamente secretados em situações críticas. Já o córtex da adrenal é responsável pela produção dos corticosteróides e de alguns hormônios sexuais (ENCARNAÇÃO, 1989).

Dentre os corticosteróides estão os glicocorticosteróides (hormônios da adaptação) que tem como função a regulação do metabolismo dos carboidratos, proteínas e lipídios, induzindo a formação da glicose pela gliconeogênese. Esse referido processo tem um papel importante na adaptação do organismo aos estressores, onde mais glicose é disponibilizada para o metabolismo celular. Entre os glicocorticóides mais importantes estão o cortisol e a corticosterona, que se destacam pelas suas concentrações e funções (ENCARNAÇÃO, 1989).

O uso de repostas fisiológicas como indicadores do conforto animal, a exemplo da concentração de cortisol sangüíneo, tem sido utilizado como indicador do nível de estresse. BROOM e JOHNSON (2000) relataram que certas alterações na fisiologia e no comportamento animal podem ser indicativas do comprometimento do seu bem-estar. Tais alterações podem ser medidas de forma objetiva através do nível de cortisol sangüíneo.

1.4.2.1.2 - Antecedentes experimentais

MARPLE e CASSENS (1973) realizaram um experimento com suínos susceptíveis ao estresse e com animais normais em estado de descanso, para averiguar qual grupo de animais utilizaria o cortisol mais rápido. Os dados sugeriram que os suínos susceptíveis aumentaram a taxa de utilização do cortisol como também tiveram um aumento na produção do mesmo. Portanto, os suínos susceptíveis metabolizaram o cortisol mais rapidamente que os animais normais.

Os efeitos do estresse sobre a concentração plasmática de cortisol foram estudados por NYBERG et al. (1988) em suínos representando três tipos de genótipos halotano (NN,Nn,nn). Às doze semanas de idade os animais foram divididos em quatro grupos: animais submetidos ao transporte de caminhão por cinco horas; animais tranqüilizados antes do transporte; animais não transportados, mas tranqüilizados; e animais não transportados e não tranqüilizados. Os dados mostraram conclusivamente que o estresse do transporte teve efeito sobre o cortisol por um longo tempo.

A influência da proteína da dieta e a administração da somatotrofina porcina combinada sobre o crescimento, a composição corporal e o status hormonal foi investigado por CAPERNA et al. (1990). Foram utilizadas dietas com: 11; 15; 19; 23 e 27% de PB. Trinta animais do experimento receberam doses diárias de somatotrofina porcina intramuscular (100 µg/kg). Amostras de sangue foram coletadas três horas após a alimentação dos animais. A taxa de crescimento foi maior nos animais tratados com a somatotrofina, independente do nível de

proteína do tratamento. Os autores concluíram que a concentração do cortisol sangüíneo após a alimentação foi similar tanto para o grupo controle como para os animais tratados com a somatotrofina.

Com o objetivo de determinar se os níveis de triptofano influenciariam o comportamento e os níveis de cortisol, MEUNIER-SALAUN et al. (1991) desenvolveram um experimento com leitões desmamados. Foram utilizadas dietas com três níveis de triptofano: triptofano deficiente (0,14%), adequado (0,23%) e em excesso (0,32%). Os dados indicaram que o triptofano da dieta não afetou significativamente o nível de cortisol sérico. No entanto, ele induziu a uma discreta mudança dose-dependente nas respostas comportamentais dos leitões.

LEVIS et al. (1995) trabalharam com reprodutores para comparar o efeito de dois sistemas de acasalamento sobre o bem estar animal, além de examinar os efeitos da estimulação sexual e a resposta do cortisol nos dois tratamentos. Após 51 dias de tratamento, amostras de sangue foram coletadas diariamente, a cada 1 hora, no intervalo 9 às 17hs do dia. Os dados indicaram que o nível de cortisol ($23,1 \pm 0,9$ e $28,2 \pm 2,2$, método convencional e teste, respectivamente) não diferiu significativamente entre os dois tratamentos. Nos dois tratamentos ocorreu um aumento do cortisol sangüíneo após a cobertura. Parece ser normal o aumento agudo do nível de cortisol após a atividade sexual.

Poucos estudos têm demonstrado diferenças entre as linhagens comerciais quanto à resposta imune de vários estressores. Diante dessa situação, SUTHERLAND et al. (2006) realizaram um experimento com o objetivo de determinar se certas respostas fisiológicas para estressores crônicos seriam diferentes entre linhagens comerciais de suínos. Foram utilizadas três linhagens (Landrace, Meishan e Yorkshire) submetidas ou não a situação de estresse crônico (calor, superlotação e misto). Em geral, leitões submetidos a estresse crônico tiveram baixo desempenho quando comparados ao grupo controle. O cortisol foi significativamente mais baixo entre os animais estressados no período de 7 a 14 dias. Os dados indicaram que a linhagem não influenciou a

resposta fisiológica, mas o status social influenciou a resposta imune desses animais.

Situações de estresse ocorrem normalmente em criações intensivas de suínos, principalmente logo após o desmame. Diante dessa situação, KOOPNANS et al. (2006) investigaram se o estresse pode ser reduzido com a inclusão de elevados níveis de triptofano nas dietas. Esses efeitos foram investigados através da integridade intestinal, do comportamento e do desempenho dos leitões antes e a após a mistura das leitegadas. Os leitões foram misturados cinco dias após o desmame, quando as dietas foram introduzidas. A suplementação com triptofano aumentou a atividade serotoninérgica do hipotálamo, reduziu o cortisol salivar, melhorou a morfologia intestinal e reduziu a atividade física no 10º dia após a introdução das dietas experimentais. Conseqüentemente as dietas com níveis elevados de triptofano melhoraram os componentes neuroendócrinos do estresse e a qualidade intestinal, mas não afetaram a resposta comportamental dos leitões antes e após a mistura das leitegadas.

GUZIK et al. (2006) estudaram o efeito de dietas suplementadas com triptofano sobre a concentração de cortisol e lactato séricos em suínos submetidos a uma situação de estresse agudo, e ainda para determinar o efeito desse aminoácido na qualidade da carne. Os dados sugeriram que o aumento do triptofano na dieta diminuiu a concentração de cortisol após a introdução do agente estressor, indicando que o triptofano pode reduzir a resposta ao estresse. Por outro lado, a suplementação com triptofano não melhorou a qualidade da carne.

SANTANA et al. (2009) realizaram dosagens de cortisol em suínos na fase de terminação para avaliar o manejo de insensibilização elétrica pré-abate em comparação aos animais em descanso, e a sua influencia sobre a qualidade da carne. Concluíram que os suínos estão expostos a condições de estresse no período pré-abate e de insensibilização, indicando que maiores estudos devem ser conduzidos para melhorar o manejo nos abatedouros.

1.4.2.2 - Ocorrência de diarreia

1.4.2.2.1 - Considerações iniciais

A diarreia é considerada mundialmente a principal causa de mortalidade de leitões. A etiologia da diarreia neonatal é multifatorial. Fatores determinantes, relacionados aos microrganismos entéricos patogênicos, e fatores predisponentes, ligados ao tipo de manejo zootécnico-sanitário, atuando em associação, determinam tanto a ocorrência, quanto a intensidade dos episódios de diarreia na maternidade e na creche (ALFIERI, 2003).

Em condições naturais o processo de desmame é longo e o sistema digestivo se adapta progressivamente aos alimentos sólidos. Desde o nascimento dos leitões, o aparelho digestivo tem um caráter prioritário em seu desenvolvimento em relação aos outros órgãos, sendo esse desenvolvimento influenciado diretamente pela dieta.

A integridade do trato gastrintestinal é fundamental para os processos de digestão e absorção de nutrientes dietéticos, pois no período pós-desmame os leitões perdem peso em determinadas situações, em decorrência da diarreia, que pode ser de origem bacteriana ou nutricional. Ocorre que no intestino os resíduos alimentares não digeridos servem como substrato para fermentação, por ação da microflora intestinal, e conseqüente produção de ácido láctico e ácidos graxos voláteis. Juntamente com os resíduos alimentares restantes e os minerais, esses ácidos aumentam a osmolaridade do conteúdo intestinal, dificultando o processo de reabsorção de água e resultando em um afluxo elevado de líquido para a luz intestinal, o que desencadeia a diarreia (ETHERIDGE et al., 1984).

Se carboidratos e proteínas não são prontamente digeridos, seus substratos não digeridos servirão de substâncias nutritivas às bactérias do cólon, assim favorecendo o crescimento da flora intestinal patogênica. As enterobactérias, *E.Coli* tipo C. e *Clostridium spp*, migram no sentido do intestino delgado, estimulando a ocorrência de processos fermentativos. Esses processos liberam

várias toxinas, como por exemplo, as aminas biogênicas: cadaverina, putricina e tiramina. Estas toxinas irritam a parede intestinal, causando lesões na parede intestinal, uma má absorção dos nutrientes e finalmente diarreia. Em casos severos lesionam as vilosidades causando estase intestinal, com conseqüente diarreia e inclusive mortalidade.

Para que os processos digestivos ocorram de forma satisfatória, a integridade anatômica do trato gastrointestinal é indispensável. O período pós-desmama em leitões é caracterizado por baixo consumo, perda de peso e desordens intestinais com a ocorrência de diarreia (ETHERIDGE et al., 1984). Para BARNETT et al. (1989), a diarreia é observada freqüentemente em leitões, no período de 4 a 15 dias pós-desmame, com intensidade máxima atingida aos 10 dias. Da mesma forma, HAMPSON (1994) observou que a incidência de diarreia nos primeiros 5 a 10 dias pós-desmame, foi o maior problema na fase de creche.

O conceito de diarreia faz referência a uma perda excessiva de água pelas fezes, ela ocorre quando o fluxo de água no intestino delgado excede a capacidade de absorção do intestino posterior (PÉREZ e GASA, 2002).

Um desequilíbrio entre a secreção e a absorção de água leva a diarreia, ocorrendo um aumento da freqüência de defecação e no volume das fezes. Para CUNNINGHAM e HERDT (1999), a diarreia por má absorção ocorre em função da perda de mucosa intestinal com conseqüente redução das vilosidades. A diarreia secretória ocorre quando a velocidade de secreção intestinal ultrapassa a capacidade absorptiva. A diarreia secretória causada pela *E. coli* produtora de enterotoxinas é uma enfermidade extremamente comum em bezerros e leitões neonatos (CUNNINGHAM e HERDT, 1999).

McCRACKEN et al. (1999) e ZIJLSTRA et al. (1999) relataram que uma possível causa da diarreia é a destruição do epitélio das vilosidades com a inflamação da mucosa intestinal pelos microorganismos.

1.4.2.2.2 - Antecedentes experimentais

ETHERIDGE et al. (1984a) trabalharam com leitões desmamados aos 21 dias, com o objetivo de medir algumas mudanças fisiológicas ocorridas nos leitões após desmame e estabelecer variáveis para avaliar as dietas e investigar a relação entre o tipo de dieta e o aparecimento de diarreia. Os animais foram submetidos a três tratamentos: T1 (dieta a base de milho e soja + leite desnatado em pó), T2 (aveia, caseína + leite desnatado em pó) e T3 (leite da porca, sem dieta inicial). Os animais submetidos ao T1 tiveram um desempenho ruim quando comparado ao T2. De acordo com os autores, três dos quatro animais do T1 apresentaram diarreia por 28 dias, o que não foi observado nos demais tratamentos.

Em outro experimento, ETHERIDGE et al. (1984b) avaliaram o desempenho e a causa da diarreia, associada ao desmame aos 28 dias de idade e a utilização de dietas iniciais. De acordo com os autores a diminuição da digestibilidade nas dietas pós-desmame é a causa inicial da diarreia em leitões entre três e quatro semanas de idade. Os resíduos alimentares não absorvidos atuam como substrato para fermentação da microflora intestinal com produção de grandes quantidades de ácido láctico e AGVs. Os produtos da fermentação bacteriana juntamente com os resíduos alimentares não digeridos com os minerais, aumentam a osmolaridade do conteúdo intestinal, dificultando a reabsorção de água e resultando em uma elevada quantidade de água na luz intestinal, desencadeando a diarreia.

PARTRIDGE (1988) observou que a taxa de crescimento de leitões após o desmame, com 5 a 7 kg de peso, é limitada pela baixa ingestão de ração e que dietas com altos níveis de farelo de soja levam ao desenvolvimento de reações de hipersensibilidade e, conseqüentemente, à ocorrência de diarreias nesta fase.

VANDER PEET-SCHWERING e BINNENDIJK (1995) realizaram um experimento com leitões desmamados aos 28 dias para investigar os efeitos da proteína de origem animal, da proteína de origem vegetal e do plasma suíno

sobre a incidência de diarreia. Os animais foram avaliados nos seguintes períodos: 1 a 7 dias, de 8 a 14 dias e de 15 a 20 dias. Os autores observaram que a maior incidência de diarreia ocorreu nos primeiros 14 dias pós-desmame. Durante as duas primeiras semanas os animais que consumiram o plasma suíno em pó tiveram uma incidência de diarreia significativamente menor que aqueles que não o receberam. Não houve diferença significativa quanto à ocorrência de diarreia entre os tratamentos que receberam proteína de origem vegetal ou animal.

Em outra situação, MARIANO et al. (2003) avaliaram os efeitos de níveis de plasma sanguíneo seco sobre desempenho e a incidência de diarreia em leitões desmamados aos 17 dias de idade. Os níveis de plasma utilizados foram: 0; 2%; 4% e 6%. Concluíram que a adição de plasma sanguíneo seco não influenciou o desempenho e nem a incidência de diarreia.

BERTOL et al. (2000) realizaram um experimento com leitões desmamados aos 21 dias, para avaliar o efeito de diferentes níveis de lactose (0, 7, 14 e 21%) da dieta sobre o número de leitões que apresentaram diarreia e sobre os parâmetros zootécnicos. Foi observado um efeito bastante acentuado da suplementação de lactose sobre o GPD, CRD e a CA, nos primeiros 14 dias após o desmame, levando a um aumento linear do GPD e do CRD e a uma melhora linear da CA, em função dos níveis crescentes de lactose. No período de 14 a 35 dias o GPD e o CRD não apresentaram efeito residual da suplementação prévia de lactose. Não houve efeito significativo dos níveis de lactose sobre a ocorrência de diarreia.

BERTOL et al. (2001 a) utilizaram leitões desmamados aos 21 dias de idade para investigar os efeitos da substituição do farelo de soja pela soja extrusada sobre a incidência de diarreia. Foram realizados dois experimentos com quatro níveis de substituição do farelo (0; 20; 40 e 60 %). Os autores concluíram que não houve efeito significativo dos tratamentos sobre o número de leitões que apresentaram diarreia, nem sobre o número de dias de ocorrência.

A proteína texturizada da soja foi utilizada em substituição ao farelo de soja, em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade, no intuito de avaliar a

incidência de diarreia. De acordo com os autores, o número de leitões que apresentaram diarreia foi significativamente menor com a substituição do farelo de soja pela proteína texturizada. A utilização da proteína texturizada apresentou um efeito benéfico na redução da ocorrência da diarreia, e mostrou-se um ingrediente potencialmente mais digestível que o farelo de soja por conter proteínas com menor atividade biológica e com menor nível de agressão a mucosa intestinal (BERTOL et al., 2001b).

Em outro experimento com leitões desmamados, BERTOL et al. (2001c) utilizaram soja integral extrusada, proteína texturizada da soja e proteína concentrada de soja, em substituição a 50% do farelo de soja da dieta, para avaliar a incidência de diarreia. A ocorrência de diarreia e o número de dias em que os leitões apresentaram diarreia foram muito baixos e não foram afetados significativamente pelos tratamentos. Os autores concluíram que a soja extrusada, a proteína texturizada e a proteína concentrada da soja não apresentaram diferença entre si como substitutos parciais do farelo de soja em dietas para desmamados.

Um experimento foi realizado por DAT e YU (2003), para comparar o desempenho de leitões aos 40 dias de idade em relação a três tipos de dietas, a saber: com 5% de farinha de peixe; 6% de farinha de carne e ossos e; 4,8% de farinha de vísceras de aves. Os autores relataram que a fonte protéica não teve efeito sobre a incidência de diarreia.

EBERT et al. (2005) trabalharam com leitões desmamados para avaliar as fontes de amido-milho, arroz quebrado e farinha de trigo, cruas ou cozidas nas dietas para desmamados com enfoque nas medidas de desempenho, digestibilidade dos componentes dietéticos, balanço de nitrogênio, características morfológicas do intestino e a ocorrência de diarreia. A ocorrência de diarreia foi observada individualmente por leitão, sendo utilizada uma classificação simples: com ou sem diarreia. De acordo com os autores somente foram registrados casos de diarreia até o oitavo dia, não tendo ocorrido diferenças significativas entre os tratamentos.

1.5 - Aspectos econômicos da produção animal

O desmame dos leitões com idade de três semanas tem sido normalmente realizado em granjas suinícolas comerciais. Argumenta-se que essa prática contribui para aumentar a produtividade média das matrizes, aumentando o número de leitões por porca/ano, permitindo o uso mais eficiente de instalações.

A alimentação dos leitões desmamados é um dos aspectos mais críticos da sua criação, portanto o programa alimentar adotado nessa fase terá um efeito significativo sobre os rendimentos futuros dos plantéis. As dietas utilizadas devem ser adequadas ao momento crítico, minimizando o estresse causado pelo desmame e proporcionando o desenvolvimento adequado dos animais ao novo ambiente (ROPPA, 1998).

Uma empresa produtora de suínos para ser lucrativa precisa equilibrar a nutrição e a genética com as áreas de suporte, como as instalações, o manejo e os recursos humanos, de modo que os efeitos negativos da produção sejam controlados ou eliminados. Sendo imprescindível um constante trabalho de modernização, adaptação e melhoria da qualidade de todos os fatores citados, através do uso de novas tecnologias (SESTI e SOBESTIANSKY, 1998).

Baixos rendimentos são reflexos de erros elementares no uso de recursos e na aplicação de tecnologias, cometidos na produção (LACKI, 1995). Importantes tecnologias de produção, hoje disponibilizadas, desempenham um papel fundamental na suinocultura moderna. Dentre as mais importantes destacamos o desmame precoce e as novas tecnologias envolvendo a nutrição animal.

Para a sobrevivência dessas novas tecnologias é necessário que elas apresentem para os produtores, produtividade com baixo custo de produção (SESTI e SOBESTIANSKY, 1998), e que a sua implementação não demande altos investimentos, possibilitando bons índices de produtividade (LEITE et al., 2001). Segundo PILAU et al. (2003), os trabalhos de pesquisa, na maioria das vezes, exploram o potencial biológico do sistema pesquisado, inobservando a sua aplicabilidade econômica, quando a sua viabilidade econômica é o fator determinante para a sua adoção por parte dos produtores rurais.

Na suinocultura, como na maioria dos empreendimentos do segmento agronegócio, ocorre uma deficiência nas avaliações econômicas da atividade. Neste contexto, facilmente são encontradas diferenças de resultado entre empresas de mesmo porte e que só podem ser explicadas com a análise dos resultados econômico das mesmas (MADALOZZO, 2005). A análise econômica e os resultados monetários encontrados em cada atividade levam o produtor a conhecer melhor a sua empresa e desta forma, tomar decisões acertadas dentro do segmento (MOURA, 1995).

De acordo com MATSUNAGA et al. (1976) os custos médios de produção das culturas superam os preços de mercado. Diante disto, especialistas em economia da produção discutindo a respeito dos custos de produção utilizados, sugeriram como alternativa a utilização do chamado custo operacional. MARTIN et al. (1998) sugeriram o conceito de custo operacional de produção para estimar os custos de atividades agropecuárias. Através do custo operacional é possível avaliar o desembolso necessário à produção e o custo de reposição do material efetivamente empregado no processo reprodutivo.

O custo operacional compõe-se de todos os custos variáveis (aqueles gastos específicos de uma atividade agrícola ou pecuária e que variam em proporção mais ou menos direta com as quantidades produzidas da referida atividade), representados pelos dispêndios em mão-de-obra temporária contratada, alimentação, vacinas, medicamentos, juros bancários, conservação de máquinas, equipamentos e benfeitorias e outros. A estes custos, que denotam dispêndio efetivo (desembolso), denomina-se Custo Operacional Efetivo (COE) (PINHEIRO, 2005).

O Custo Operacional Total (COT) é formado pelo COE adicionado aos custos fixos. Os custos fixos são representados pela depreciação dos bens duráveis (máquinas, equipamentos e benfeitorias), pelos empregados na atividade, pela depreciação de animais de serviços, de reprodutores e de matrizes compradas para melhoramento do rebanho, pelo valor da mão-de-obra familiar, pelos impostos, pelas taxas e parte das despesas gerais que são comuns à empresa (PINHEIRO, 2005). De acordo com SANGUÊDO (1971), o

custo fixo total está em torno de 5,1%, enquanto para PEREIRA e OLIVEIRA (1971), o custo fixo chega a alcançar até 6,3%.

Um outro parâmetro a ser avaliado na análise financeira é a renda bruta. Ela é definida como o valor da produção total de uma empresa em certo período contábil. A renda bruta (RB) na pecuária pode ser calculada da seguinte forma:

RB =

- (+) vendas de animais;
- (+) valor dos animais abatidos para o consumo doméstico, fornecidos para pagamentos em espécie e doações;
- (+) valor dos animais do rebanho ao final do período contábil;
- (+) valor de subprodutos da pecuária (peles, leite, etc);
- (-) compras de animais;
- (-) valor dos animais obtidos como pagamentos em espécie e doações;
- (-) valor dos animais do rebanho no início do período contábil.

A partir dos valores obtidos com os custos e com a renda da produção, alguns indicadores econômicos de rentabilidade do negócio podem ser calculados. Inicialmente tem-se o Lucro Operacional (LO), que indica a lucratividade da atividade em curto prazo, seguido pela Margem Bruta (MB) e Margem Líquida (ML). A Margem Bruta indica o que sobra de dinheiro, em curto prazo, para remunerar os custos fixos. A Margem Líquida mede a lucratividade da atividade a longo prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

De acordo com MARTIN (1998), o Índice de Lucratividade expressa a proporção da receita bruta que resta após o pagamento dos custos operacionais, inclusive a depreciação. NOGUEIRA et al. (2001) informaram que o Índice de Lucratividade mostra a relação percentual entre a Margem Líquida e a Renda Bruta, bem como o lucro resultante da diferença entre a Renda Bruta e o Custo Total.

1.6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCS - Associação brasileira de criadores de suínos, 2009. www.abcs.com.br

ALFIERI, A.A. Diarréias neonatais em leitões ocasionadas pelo rotavírus suíno. In: II Seminário internacional sobre produção, mercado e qualidade da carne de suínos. ANAIS, v.1, p.33-38, 2003.

ALLEE, G. L. e TOUCHETTE, K. J. Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de los lechones. In: Curso de Especialización, 15. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (FEDNA), Madrid. p.127-143. 1999.

Anuário Estatístico da FAO, 2004. vol/1.1.
http://www.fao.org/es/ess/yearbook/vol_1_1/pdf/bo6.pdf.20/08/2007

ATINMO, T.; BALDIJAO, C.; POND, W.G.; BARNES, R.H. Prenatal and postnatal protein malnutrition in pigs: effects on growth rate, serum protein and albumin. 43:606-612. **Journal of Animal Science**, 1976.

BALL, R. O. e AHERNE, F. X. Effect of diet complexity and feed restriction on the incidence and severity of diarrhea in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.62, p.907-914, 1982.

BARNABAS, N. M.; REICHERT, R.D.; BLAIR, R. The Binding of Dietary Protein by Sorghum Tannins in the Digestive Tract of Pigs. **Journal of Nutrition** Vol. 114 Nº. 10, pp. 1787-1796, 1984.

BARNETT, K. L., KORNEGAY, E. T., RISLEY, C. R. et al. Characterization of creep consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, p.2698-2708, 1989.

BASTOS, F. J. S. Exigências de lisina para suínos nas fases de 10 a 20kg e de 20 a 50kg de peso vivo nas condições do nordeste brasileiro. Fortaleza-CE, 1991, 74 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará. 1991.

BEDFORD, M. R. Interaction between ingest fed and the digestive system in poultry. **J. Appl. Poult. Res.**, 5:86-95. 1996. In: TOLEDO, R. S., VARGAS Jr., J. G., ALBINO, L. F. T. et al. Aspectos práticos da nutrição pós-eclosão: níveis nutricionais utilizados, tipos de ingredientes e granulometria da dieta. Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas, SP:FACTA. p.152-167. 2001.

BEHMER, M.L.A. Tecnologia do leite. 13ª ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1984. 320 p.,1987-reimpressão.

BEITZ, D. C.; ALLEN, R. S. Metabolismo das proteínas e aminoácidos. In: SWENSON, M. J., ed. *Ducke's Physiology of Domestic Animals*. 10.ed. Ithaca: Cornell University Press, p.353-363. 1988.

BERTO, D. A. Levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de leitões em recria. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985, 132p. **Dissertação** (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1985.

BERTO, D. A. et al. Efeitos da composição da ração inicial sobre a morfologia do duodeno e jejuno de leitões, abatidos em diferentes idades após o desmame. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...**, Rio de Janeiro: SBZ, p.316. 1993.

BERTOL, T. M., DOS SANTOS FILHO, J. I. e LUDKE, J. V. Níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n.5, p.1387-1393. 2000.

BERTOL, T. M. Nutrição e alimentação dos leitões desmamados em programas convencionais e no desmame precoce. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 44p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 21). 2000c.

BERTOL, T. M., MORES, N. e FRANKE, M. R. Substituição parcial do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.3, p.744-752. 2001a.

BERTOL, T. M., MORES, N. e FRANKE, M. R. Substituição parcial do farelo de soja por proteína texturizada de soja na dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1, p.141-149. 2001b.

BERTOL, T. M., MORES, N. LUDKE, J. V. e FRANKE, M. R. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1, p.150-157. 2001c.

BIRD, P.H.; HARTMANN, P.E. The response in the blood of piglets to oral doses of galactose and glucose and intravenous administration of galactose. **Br. J. Nut.**, 71 (4): 553-561, 1994.

BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, vol. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D.M. A usable definition of animal welfare. **Journal of Agriculture and Environmental Ethics**, Guelph, v.6, p.15-25, 1993.

BROOM, D.M.; JOHNSON, K.G. Stress and animal welfare. Dordrecht, **Kluwer Academic**, p. 211, 2000.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - Revisão. **Archives of Veterinary Science** v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BRUDEVOLD, A.B.; SOUTHERN, L.L. Low-protein, crystalline amino acid-supplemented, sorghum-soybean meal diets for the 10 to 20 kilogram pig. **Journal of Animal Science**, v. 72: 638-647, 1994.

BUTOLO, J. E. Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal - Campinas, SP, 2002, 430p. ISBN: 85-902473-1-7

BUTOLO, J.E.; JUNQUEIRA, O.M. Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, 2001: Campinas, SP. Anais... 354 p

CAMERON, N.D.; McCULLOUGH, E.; TROUP, K.; PENMAN, J.C. Serum urea concentration as a predictor of dietary lysine requirement in selected lines of pigs. 81:91-100. **Journal of Animal Science**, 2003.

CAPERNA, T.J.; STEELE, N.C.; KOMAREK, D.R.; McMURTRY, J.P.; ROSEBROUGH, R.W.; SOLOMON, M.B.; MITCHELL, A.D. Influence of dietary protein and recombinant porcine somatotropin administration in young pigs: growth, body composition and hormone status . 68:4243-4252. **Journal of Animal Science**, 1990

CAVALCANTE, S. de S. Produção de Suínos. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 453p. 1984.

CHEN, H. Y.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; YEN, J. T. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows e gilts. **Journal of Animal Science**, 77:3238-3247. 1999.

CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J.; WOLVERTON, C.K.; STROUP, W.W. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion rates 73:2631-2639. **Journal of Animal Science**, 1995.

CHEN, H.Y.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; YEN, J.T. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts. 77:3238-3247, **Journal of Animal Science**, 1999.

CLINE, T. R. Development of the digestive physiology of baby pigs and the use of supplemental enzymes in their diets. SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4. SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 3. Campinas, SP:CBNA. **Anais...**, Campinas. p.149-161. 1992.

COMA, J.; CARRION, D. ; ZIMMERMAN, D. R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**. 73:472– 481. 1995b.

COMA, J.; ZIMMERMAN, D.R.; CARRION, D. Lysine requirement of the lactating sow determined by using plasma urea nitrogen as a rapid response criterion. 74:1056-1062. **Journal of Animal Science**, 1996.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento.

<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/SorgoSerieHist.xls>.20/08/2007.

CROMWELL, G. I. Nuevos aditivos alimentícios. **Indústria Porcina**, 9(6). 1989. In: SCAPINELLO, C., FURLAN, A.C. e DE FARIA, H. G. Influência de diferentes níveis de ácido fumárico sobre o desempenho de coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, n.4, p.785-790. 1999.

CUNNINGHAM, J. G. e HERDT, T. Tratado de Fisiologia Veterinária. Digestão e Absorção: os processos não-fermentativos. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 2 ed., Cap. 29, p.242-265. 1999.

DAT, N. Q. e YU, Y. Effect of total replacement of fish meal by poultry byproduct meal and meat and bone meal in started diets on performance of young pigs. **Swine Research Report No.2**, Asia Region, Asia Region, FAS, USDA Funded Hog Feed Trial Activities in Vietnam. 2003.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. Effects of increasing L-lysine HCL in corn or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, V.80: 2420-2432, 2002.

DEUTZ, N.E.P.; BRUINS, M.J.; SOETERS, P.B. Infusion of soy and casein protein meals affects interorgan amino acid metabolism and urea kinetics differently in pigs. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 2435-2445, 1998 jn.nutrition.org Downloaded from by on May 16, 2008.

EASTER, R. A. Acidification of diets for pigs. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. **Recent Advances in Animal Nutrition**. London: Butterworths, p. 268-281. 1988.

EBERT, A.R.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. Desempenho e digestibilidade de leitões recém desmamados recebendo grãos de arroz, milho ou farinha de trigo escura. **Arch. Latino am. Prod. Anim.**, Vol. 13 (2): 43-50, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIA – Embrapa. Tabela de Composição Química e Valores Energéticos de Alimentos para Suínos e Aves. 3 ed. Concórdia, 1991. 97 p.Documento 19.

ENCARNAÇÃO, R. O. Estresse e produção animal. IN: Anais do Ciclo internacional de palestras sobre bioclimatologia animal, v. 1, p 111-129, Jaboticabal, FUNEP, 1989.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; WYATT, R.D. The effect of dietary soybean meal on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 12, p. 1396-1402, 1984a.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; HUBER, T.L. The effect of diet on fecal moisture, osmolarity of fecal extracts, products of bacterial fermentation and loss of

minerals in feces of weaned pigs. 58:1403-1411. **Journal of Animal Science**, 1984b.

FABER, H. V e HAID, H. Endocrinology, Biochemie und Physiologie der Hormone. Stuttgart, 2 ed. Verlag Eugen Ulmer. 163 p. 1976. In: PINHEIRO, F.M.L. Estudo sobre fontes de proteína de origem animal e vegetal em dietas para leitões no período de creche. Fortaleza, tese, p. 16, 2005.

FABIAN, J.; CHIBA, L.I.; FROBISH, L.T.; McELHENNEY, W.H.; KUHLLERS, D.L.; NADARAJAH, K. Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. 82:2579-2587. **Journal of Animal Science**, 2004.

FABIAN, J.; CHIBA, L. I.; KUHLLERS, D. L.; FROBISH, L. T.; NADARAJAH, K. E. ; MCELHENNEY, W. H. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile, and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**, 81:1142–1149. 2003.

FERREIRA, V. P. de A. et al. Dietas para leitões em aleitamento e pós-desmame. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.753-760. 2001.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho. **Revista Brasileira de milho e sorgo**, V. 1, n. 1, p. 105-111, 2002.

FIGUEROA, J.L.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L.; GOMEZ, R.S.; DIETRICHSEN, R.M. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. 80:2911-2919. **Journal of Animal Science**, 2002.

FOWLER, V. Nutrition of the early weaning pig. In: Proceedings of the Advance Swine Production Technology Course. University of Illinois. 9p.1995.

FRANK, J.W.; ESCOBAR, J.; SURYAWAN, A.; NGUYEN, H.V.; KIMBALL, S.R.; JEFFERSON, L.S.; DAVIS, T.A. Dietary protein and lactose increase translation initiation factor activation and tissue protein synthesis in neonatal pigs. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 290: p.225–233, 2005. <http://www.ajpendo.org>

FRENYÓ, V. L., PETHES, G., ANTAL, T. e SZABÓ, I. Changes in colostral and serum IgG content in swine in relation to time. **Veterinary Research Communications**, v.4, p.275-282, 1981. In: MORES, N., SOBESTIANSKY, J., WENTZ, I., MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa, 388p. 1998.

FRIENDSHIP, R. M., e HENRY, S. C. Cardiovascular system, hematology, and clinical chemistry. In: LEMAN, A. D., STRAW, B. E., MENGELING, W. L., D'ALLAIRE, S., TAYLOR, D. J. **Diseases of swine**. 7. ed. Ames: Iowa State University Press. p.3-11. 1992.

GATNAU, R., MATEOS, G. G. e LÁZARO, R. Utilización de proteínas plasmáticas de origen porcino em dietas para lechones. In: Curso de Especialización, 11. Avances em nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p.170-187. 1995a.

GOMEZ, R.S.; LEWIS, A.J.; MILLER, P.S.; CHEN, H.Y. Growth performance, diet apparent digestibility, and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding level. 80:644-653. **Journal of Animal Science**, 2002.

GONZALEZ, H.D.F.; DÜRR, J.W.; FONTENELE, R.S. Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras. Porto Alegre, R.S. 72.:il.2001.

GUERREIRO, M.J.C; CANO, J.E. ; SOUZA, T.C.R.; A; AQUILERA, A.; MARISCAL, G.L. Efecto de la fuente de lactosa dietaria y del período posdestete sobre la composición química de la carnal de lechones. **Anais: Anais do III Congresso Latino- Americiano de Suinocultura**, v.1, p. 605 a 608, Foz do Iguaçu-PR, 2006.

GUZIK, A.C.; MATTHEWS, J.O.; KERR, B.J.; BIDNER, T.D.; SOUTHERN, L.L. A. Dietary tryptophan effects on plasma and salivary cortisol and meat quality in pigs. 84:2251-2259. **Journal of Animal Science**, 2006.doi: 10.2527/jas.2005-292.

HAINÉ, P.A; MACEDO, M.L.R.; SILVA, G.M.; BRAGA NETO, J.A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, em ratos wistar em crescimento. **B. Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 191-206, 2006.

HAMPSON, D. J. Postweaning *Escherichia coli* diarrhea in pigs. In: GYLES, G. L. (ed.) *Escherichia coli* in Domestic Animals and Humans. p. 171–191. CAB International, Wallingford, UK. 1994.

HAMPSON, D. J., PLUSKE, J. R. e PETHICK, D. W. 2001. In: El impacto de la nutrición sobre desórdenes y enfermedades de tipo entérico en porcino (PLUSKE, J. R., PETHICK, D. W. e HAMPSON, D. J), Curso de Especialización, 19. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p. 49-70. 2003.

HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 442-451, 1993a.

HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 452-458, 1993b.

HOBMAN, P.G. Review of process and products for utilization of lactose in desproteinated milk serum. *Journal of Dairy Science*, v. 67, n.11, p.2630-2653, 1984. In: CARMINATTI, C.A. Ensaio de hidrólise enzimática da lactose em reator a membrana utilizando beta-galactosidase *Kluyverimyces lactis*. Fortaleza, **Dissertação**, 2001

HOERR, F. J. **Poultry Science**. 77: 1150-1155. 1998.

HOGAN, A.G.; CBAGHEAD, E.W.; SAVAGE, J.E.; COLE, J.J.; O'DELL, B.L. Casein as a source of protein for the chick. **The Journal of nutrition**, p. 97-106, 1956.

HORTON, B. **Journal Dairy Science**. 78: 2584. 1995. In: MEDEL, P., LATORRE, M. A. e MATEOS, G. G. Nutrición y alimentación de lechones destetados In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 15, 1999, Barcelona. Curso Barcelona: Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal, p.147-195. 1999.

HURNIK, J. F. Behaviour (Chapter 13). In : PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. (Eds.). Farm animals and the environment. Wallingford : CAB International, 1992. pp. 235-244.

JENSEN, M. S., JENSEN, S. K. e JAKOBSEN, K. **Journal of Animal Science**, 75:437. 1997. In: MEDEL, P., LATORRE, M. A. e MATEOS, G. G. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. Curso de Especialización, 15. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p.147-195. 1999.

JIANG, R.; CHANG, X.; STOLL, B.; ELLIS, K.J.; SHYPAILO, R.J.; WEAVER, E.; CAMPBELL, J.; BURRIN, D.G. Dietary plasma protein is used more efficiently than extruded soy protein for lean tissue growth in early-weaned pigs. **Journal of Nutrition**, Research Communication, 2016-2019, 2000.

KENDALL, D. C., LEMENAGER, K. M., RICHERT B. T, SUTTON, A. L., FRANK, J. W., BELSTRA, B. A. e BUNDY, D. Effects of intact protein diets versus reduced crude 260 protein diets supplemented with synthetic amino acids on pig performance and ammonia levels in swine buildings. Purdue University. **Swine Day**. p.141-146. 1998.

KIRBY, L.K., NELSON, T.S.; JOHNSON, Z.B. The effects of seed coat color of hybrid sorghum grain on the ability of chicks to digest dry matter and amino acids to utilize energy. **Nutrition Reports International**, Arkansas. V. 27, n.4, p.831-836, 1983.

KIRCHGESSNER, M.; KREUZER, M.; MACHMÜLLER, A. ; ROTH-MAIER, D. A. Evidence for a high efficiency of bacterial protein synthesis in the digestive tract of adult sows fed supplements of fibrous feedstuffs. **Anim. Feed. Sci. Technol.** 46:293. 1993.

KOHN, R.A.; DINNEEN, M.M.; RUSSEK-COHEN, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. 83:879-889. **Journal of Animal Science**, 2005. <http://jas.fass.org/cgi/content/full/83/4/879>.

KOLB, E. Fisiología veterinária. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987.

KOOPMANS, S.J.; GUZIK, A.C.; VAN DER MEULEN, J.; DEKKER, R; KOGUT, J.; KERR, B.J.; SOUTHEN, L.L. Effects of supplemental - tryptophan on serotonin, cortisol, intestinal integrity, and behavior in weanling piglets. 84:963-971. **Journal of Animal Science**, 2006.

LACKI, P. Desenvolvimento agropecuário: da dependência ao protagonismo do agricultor. Santiago: Escritório Regional da FAO para a América Latina e o Caribe, 176 p. 1995.

LANDELL FILHO, L. de C.; KRONKA, R. N.; THOMAZ, M. C.; CURTARELLI, S. M. Componentes sanguíneos de suínos em crescimento e terminação, alimentados com rações contendo levedura de centrifugação de vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 22, n.6, p.969-979. 1993.

LEITE, D. M. G., COSTA, O. A. D., VARGAS, G. A., MILLEO, R. D de. S. e SILVA, A da. Análise econômica do sistema intensivo de suínos criados ao ar livre. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.2, p.482-486. 2001.

LEPINE, A.J.; MAHAN, D.C.; CHUNG, Y.K. Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various L-lysine.HCl levels. **Journal of Animal Science**, 1991. 69:2026-2032.

LEVIS, D.G.; BARNETT, J.L.; HEMSWORTH, P.H.; JONGMAN, E. The effect of breeding facility and sexual stimulation on plasma cortisol in boars. 73:3705-3711. **Journal of Animal Science**, 1995.

LIMA, J. A. F., PEREIRA, J. A. A., COSTA, P. M. A. et al. Efeito da idade de desmama sobre as exigências de lisina para leitões na fase pré-inicial (desmama a 15kg PV). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.19, n.5, p.379-389. 1990a.

LIMA, J. A. F., PEREIRA, J. A. A., COSTA, P. M. A. et al. Efeito da idade de desmama sobre as exigências de proteína bruta para leitões na fase pré-inicial (desmama a 15kg PV). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.19, n.5, p.362-369. 1990b.

LIMA, J. A. F., PEREIRA, J. A. A., COSTA, P. M. A. et al. Efeito da idade de desmama sobre os níveis de energia digestível para leitões na fase pré-inicial (desmama a 15kg PV). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.19, n.5, p.400-407. 1990c.

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

LOPES, D. C., DONZELE, J. L., REDDY, P. G. et al. Avaliação de épocas do início do arraçamento de leitões em aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.3, p.219-223, 1986.

LOPES, E.L.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, L.F.; NUNES, R.C.; DUARTE, K.F. Fontes de lactose, níveis de lisina dietéticos e peso dos leitões ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2340-2347, 2005.

LUDKE, J. V., BERTOL, T. M. e SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa, 388p. 1998.

MADALOZZO, C. L. Alternativa para o desenvolvimento sustentável do semi-árido cearense: ovinocaprinocultura de corte. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural), Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 90 p. 2005.

MAHAN, D. C. Efficacy of dried whey and its lactalbumin and lactose components at two dietary lysine levels on postweaning pig performance and nitrogen balance. **Journal of Animal Science**, 1992, 70:2182-2187. <http://jas.fass.org>

MAHAN, D. C. Evaluating two sources of dried whey and the effects of replacing the corn and dried whey component with corn gluten meal and lactose in the diets of weanling swine. **Journal of Animal Science**, 1993,71:2860-2866. <http://jas.fass.org>.

MAHAN, D. C. Evaluation two sources of dried whey component with corn gluten meal and lactose in the diets of weanling swine. **Journal of Animal Science**. v.71, n.11, p.2860-2866. 1993.

MAHAN, D.C.; FASTINGER, N.D.; PETERS, J.C. Effects of diet complexity and dietary lactose levels during three starter phases on postweaning pig performance. **Journal of Animal Science**,82:2790-2797, 2004. <http://jas.fass.org/cgi/content/full/82/9/2790>.

MARIANO, B.S.; SOBESTIANSKY, J.; LOPES, E.L.; JUNQUEIRA, O.M. Efeitos da utilização do plasma suíno seco na alimentação de leitões desmamados aos 17 dias de idade. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.1, p. 47-50, 2003.

MARPLE, D.E.; CASSENS, R.G. Increased metabolic clearance of cortisol by stress-susceptible swine. 36:1139-1142. **Journal of Animal Science**, 1973.

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.1, p. 7-28, 1998.

MATEO, J.P.; VEUM, T.L. Utilization of casein or isolated soybean protein supplemented with amino acids and glucose or lactose by neonatal piglets reared artificially. **Journal of Animal Science**, 50:869-876, 1980.

MATSUNAGA, M., BEMELMANS, P. F. e TOLEDO, P. E. N. Metodologia de custo de produção utilizado pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA). **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139. 1976.

McCRACKEN, B. A., SPURLOCK, M. E., ROOS, M. A., ZUCKERMANN, F. A. e GASKINS, H. R. Weaning anorexia may contribute to local inflammation in the piglet small intestine. **Journal of Nutrition**, 129:613-619. 1999.

MEAD, G. C. **The Journal of Experimental Zoology**. Supplement 3: 48-54. 1989. In: SMITS, C. H. M. et. al. Modulación a través de la dieta del confort intestinal de los pollitos. Curso de Especialización, 15. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, 301 p. 1999.

MEDEL, P., LATORRE, M. A. e MATEOS, G. G. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. Curso de Especialización, 15. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p.147-195. 1999.

MEUNIER-SALAUN, M.C.; MONNIER, M.; COLLEAUX, Y; SEVE, B.; HENRY, Y. Impact of dietary tryptophan and behavioral type on behavior, plasma cortisol, and brain metabolites of young pigs. 69:3689-3698. **Journal of Animal Science**., 1991.

MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; ZUTAUT, C.L.; HOEFER, J.A.; LUECKE, R.L. Comparisons of Casein and Soy Proteins upon Mineral Balance and Vitamin D2 Requirement of the Baby Pig. **Journal of Nutrition**, 85, p.347 -354, 1965.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. Sistemas de transporte e bem-estar de frangos de corte. IN: Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. v.1p.189 – 197. **Anais ...Campinas**, 2003.

MITRA, R.; CHRISTISON, G. I. e JOHNSON, H. D. Effects of prolonged thermal exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle. *Journal of Animal Science*, 34:776. 1972. In: PINHEIRO, F.M.L. Estudo sobre fontes de proteína de origem animal e vegetal em dietas para leitões no período de creche. Fortaleza, **tese**, p. 16, 2005.

MITRA, R. e JOHNSON, H. D. Growth hormone response to acute thermal exposure in cattle. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.** 139:1086. 1972. In: PINHEIRO, F.M.L. Estudo sobre fontes de proteína de origem animal e vegetal em dietas para leitões no período de creche. Fortaleza, **tese**, p. 16, 2005.

MIURA, E.M.Y.; BINOTTI, M.A.R.; CAMARGO, D.S.; MIZUBUTI, I.Y.; IDA, E.I. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de trisina e ausência do inibidor Kunitz. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, vol. 51, nº 2, p. 195-198, 2001.

MIYADA, V. S.; LAVORENTI, A.; PACKER, I. U.; MENTEN, J. F. M. A levedura seca como fonte de proteína para leitões em recria (10 aos 28 kg PV). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.2, p.316-326. 1997.

MOREIRA, I.; PAIANO, D. ; da SILVA, M. A. A.; SCAPINELLO, C. ; KUTSCHENKO, M.; de OLIVEIRA, G. C. Utilização de dois farelos de algodão na alimentação de suínos na fase inicial 1. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, Santa Maria, RS, **Anais...**, Santa Maria:SBZ, CDROOM. 2003.

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n.1, p. 1-11, 2005.

MORENO, A. M., SOBESTIANSKY, J., LOPEZ, A. C.; SOBESTIANSKY, A. A. B. Colheita e processamento de amostras de sangue em suínos para fins de diagnóstico. Concórdia: EMPRAPA-CNPSA, 1997. 30p. (EMPRAPA-CNPSA. Documentos, 41).1997.

MORES, N. e AMARAL, A. L. Patologias associadas ao desmame. In: CONGRESSO DA ABRAVES, 10, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: ABRAVES, 2001.

MORES, N., MARQUES, J. L. L., SOBESTIANSKY, J., OLIVEIRA, A. e COELHO, L. S. S. Influência do nível protéico e/ou da acidificação da dieta sobre a diarreia pós-desmame em leitões, causada por *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.10, n.3/4, p.85-88, 1990.

MORES, N., SOBESTIANSKY, J., WENTZ, I. e MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa, 388p. 1998.

MOURA, A. D. Sistema inteligente de apoio à decisão aplicada ao gerenciamento. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural), Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Viçosa, 92 p. 1995.

MYER, R.O.; GORBET, D.W., COMBS, G.E. Nutritive value of high and low-tannin grain sorghums harvested and stored in high-moisture state for growing-finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, V.62, n.3, p.1290-1297, 1986.

NAAS, I.A. Deficiências locomotoras em frangos de corte e bem-estar animal. Suplemento técnico – Problemas locomotores e Bem-estar animal. p. 1-5, **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, 2008.

NAAS, I.A.; MIRAGLIOTA, M.Y.; ALENCAR, M.C.B.; BARACHO, M.S. Novos conceitos de ambiente visando o bem-estar das aves e do trabalhador. IN: Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. v.1p.179 – 187. **Anais...** Campinas, 2003.

NAVES, M.M.V.; SILVA, M.S.; CERQUEIRA, F.M.; PAES, M.C.D.; Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 34 (1):1-8-2004.

NESSMITH JR., W.B., NELSEN, J.L., TOKACH, M.D. Effects of substituting deproteinized whey and (or) crystalline lactose for dried whey on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, 75(12):3222-3228, 1997.

NOGUEIRA, M.A. et al. Análise econômica da produção de leite de pequenos produtores da região de Viçosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 39, 2001, **Anais...**, Recife, 2001.

NUNES, R. C. Efeito da retirada do suplemento micromineral vitamínico da ração sobre o desempenho, característica de carcaça e parâmetros sanguíneos de suínos na fase de terminação. Jaboticabal-SP, 2000, 81 p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, 2000.

NYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LEESON, S. Sorghum tannins: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 53, 1997.

NYANNOR, E.K.D.; ADEDOKUN, S.A.; HAMAKER, B.R.; EJETA, G.; ADEOLA, O. Nutritional evaluation of high-digestible sorghum for pigs and broiler chicks. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 196-203, 2007. <http://jas.fass.org/cgi/content/full/85/1/196>.

NYBERG, L.; LUNDSTROM, K.; EDFORS-LILJA, I; RUNDGREN, M. Effects of transport stress on concentrations of cortisol, in corticosteroid-binding globulin and glucocorticoid receptors pigs with different halothane genotypes. 66:1201-1211. **Journal of Animal Science**, 1988.

OSWLEY, W.F.; KNABE, D.A.; TANKSLEY Jr., T.D. Effect of sorghum particle size on digestibility of nutrients at terminal ileum and over the total digestive tract of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 52, p.557-566, 1981

OWUSU-ASIEDU, A.; BAIDOO, S.K.; NYACHOTI, C.M.; MARQUARDT, R.R. Response of early-weaned pigs to spray-dried porcine or animal plasma-based diets *Escherichia coli* supplemented with egg-yolk antibodies against enterotoxigenic. 80:2895-2903. **Journal of Animal Science**, 2002.

PARTRIDGE, I. Atualização dos conceitos europeus de alimentação para leitões e marrãs. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2. 1988. Campinas. **Simpósio...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.19-40. 1988.

PARTRIDGE, G. G. e GILL, B. P. New approaches with pig weaner diets. **Recent advances in animal nutrition**. GARNSWORTHY, P. C. e COLE, D. J. A. (eds.) University Press, Butterworths. RU. p.221-248. 1993. In: LUDKE, J. V., BERTOL, T. M., SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSo, 388p. 1998

PASSOS Jr., H. S. P. Nutrição e meio ambiente para leitões em sistema de produção com desmame precoce segregado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA ABRAVES, 8, 1997. **Anais...** Porto Alegre: ABRAVES, p.41–54. 1997.

PENZ, A. M. Sorgo e soja integral na alimentação de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1991, Campinas, **Anais...**, Facta, p. 63 – 73, 1991.

PEREIRA, J. A. e OLIVEIRA, A. M. P. Aspectos de custos e investimentos na produção de aves e ovos em Fortaleza. **Ciência Agrônômica**. Fortaleza, n.1, v.2, p.53-58, 1971.

PIERCE, J. L., CROMWELL, G. L. e LINDEMANN, M. D. Assessment of three fractions of spray dried porcine plasma on performance of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, suppl. 1, p.81, 1995.

PEREZ, M. D. e CALVO, M. **Journal Dairy Science**. 78: 978. 1995. In: MEDEL, P., LATORRE, M. A. e MATEOS, G. G. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN AVANCES EN NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL, 15, 1999, Barcelona. Curso Barcelona: Fundación Española para el desarrollo de la nutrición animal, p.147-195. 1999.

PÉREZ, J.F.; GASA, J. Importância de los carbohidratos de la dieta y de la utilización de aditivos sobre la salud intestinal em el ganado porcino. In: XVIII Curso de especialización FEDNA – Avances em nutrición y alimentación animal. p. 54-70, 2002.

PILAU, A., ROCHA, M. G. da e SANTOS, D. T. dos. Análise econômica de sistemas de produção para recria de bezerras de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.966-976. 2003.

PIMENTA, M. E. S. G.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; BERTECHINI, A. G. ; NASCIMENTO, J. D. Efeito de níveis crescentes de proteína no balanço protéico e energético e teor de uréia sanguínea de dois genótipos de suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, Botucatu, SP. **Anais...**, Botucatu:SBZ, p.460-462. 1998.

PINHEIRO, F.M.L. Estudo sobre fontes de proteína de origem animal e vegetal em dietas para leitões no período de creche. **Tese** (Doutorado em nutrição animal), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 333 p. 2005.

PINHEIRO, M. J. P. Efeitos da adição de hidróxido de cálcio e sulfato ferroso no farelo de algodão em dietas para suínos em crescimento e terminação. **(Dissertação de Mestrado)**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 69p.1972.

PINHEIRO, A. J. R.; MOSQUIM, M. C. A. V. Apostila: Processamento de leite de consumo. Dep. Tecnologia de Alimentos. UFV: Viçosa, 1991.

POND, W.G.; SNYDER, W.; WALKER JR. F.; STILLINGS, B.R.; SIDWELL, V. Comparative utilization of casein, fish protein concentrate and isolated soybean protein in liquid diets for growth of baby pigs. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 3, 1971.

POND, W. G., YEN, J. T. e LINDVALL, R. N. Early protein deficiency: effects on later growth and carcass composition of lean or obese swine. **Journal of Nutrition**, 110:2506–2513.1980.

POND, W.G.; YEN, J.T. Effect of protein deficiency on growth and plasma zinc concentration in genetically lean and obese swine. 59:710-716. **Journal of Animal Science**, 1984.

Pt.Wikipedia.org/wiki/Caseína.21/06/2007.<http://pt.wikipedia.org/wiki/Caseína> 21/06/2007.

RAMIREZ, C.G.; MILLER, E.R.; ULLREY,D.E.; HOEFER, J.A. Swine hematology from birth to maturity. III. blood volume of the nursing pig 22:1068-1074. **Journal of Animal Science**, 1963.

RIBAS, P.M. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2 ISSN 1679-012X Versão eletrônica – 2ª edição. Dez/2006. <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/importancia.htm> 10/08/2007.

RODRIGUES, M. A. de M. Efeito do farelo da amêndoa da castanha de caju sobre o desempenho e componentes sanguíneos de suínos na fase inicial. Fortaleza-CE, 2001, 61 p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará. 2001.

ROMAN, J.A.; SGARBIERI, V.C. Obtenção e caracterização química e nutricional de diferentes concentrados de caseína. **Rev. Nutr.**, Campinas, 18(1):75-83, jan./fev., 2005.

ROPPO, L. Perspectivas de crescimento do mercado Mundial de carnes, 2006 a 2030". In: III Congresso Latino Americano de Suinocultura, Foz do Iguaçu – PR. Ed. Animalworld 2006 – p. 37- 54.

ROPPO, L. Nutrição dos leitões na fase pós-desmame. CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1, Fortaleza, CE. **Anais...**, SNPA:Fortaleza. p.265-271.1998.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.2 ed. Viçosa :UFV. 186 p. 2005.

ROSTAGNO, H. S. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 1 ed. Viçosa :UFV. 141 p. 2000.

SANGUÊDO, P. G. Avaliação da possibilidade de expansão da avicultura na Zona da Mata de MG; análise econômica de rações para engorda de frangos e custo de produção nas granjas da região de Viçosa. (**Dissertação de Mestrado**). Universidade Federal de Viçosa, 75 p. 1971.

SAS INSTITUTE – Estatistical Analysis System Institute. **SAS user's guide: statistics**. Version 6.12, Cary: 1999.

SANTANA, A.P.; MURATA, L.S.; McMANUS, C.P.; BERNAL, F.E.M. Dosagem de cortisol sanguíneo em suínos submetidos ao manejo pré-abate e insensibilização elétrica. **Archivos de zootecnia** vol. 58, núm. , p. 4., 2009.

SESTI, L. A. e SOBESTIANSKY, J. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Cap. 2: Aspectos da produtividade. Brasília: Embrapa - SPI; Concórdia:Embrapa – CNPSa, p.29-43, 1998.

SHELTON, J.L.; MATTHEWS, J.O.; SOUTHERN, L.L.; HIGBIE, A.D.; BIDNER, T.D.; FERNANDEZ, J.M.; PONTIF, J.E. Effect of nonwaxy and waxy sorghum on growth, carcass traits, and glucose and insulin kinetics of growing-finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 82. p. 1699-1706, 2004.

SHERRY, M.P.; VEUM, T.L.; SCHMIDT, M.K.; HUTCHESON, D.P. Dietary protein to calorie ratios and fat sources for neonatal serum pigs reared artificially with subsequent performance. II. variables. 46:1267-1274. **Journal of Animal Science**, 1978.

SHIELDS Jr., R. G. EKSTROM, K. E. e MAHAN, D. C. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. **Journal of Animal Science**. v.50, n.2, p.257-265. 1980.

SHRIVER, J.A.; CARTER, S.D.; SUTTON, A.L.; RICHERT, B.T.; SENNE, B.W.; PETTEY, L.A. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. 81:492-502. **Journal of Animal Science**, 2003.

SOARES, J. L., DONZELE, J. L., OLIVEIRA, R. F. M. et al. Soja integral processada (fermentada e extrusada) e farelo de soja em substituição ao leite em pó em dieta de leitões desmamados aos 14 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.4, p.1153-1161. 2000.

SULLIVAN, T. Grano de sorgo: Alternativa del maíz . Revista Indústria Avícola, n. 10, p. 10-15, 1989.

SUTHERLAND, M.A.; NIEKAMP, S.R.; RODRIGUEZ-ZAS, S.L.; SALAK-JOHNSON, J.L. Impacts of chronic stress and social status on various physiological and

performance measures in pigs of different breeds. 84:588-596. **Journal of Animal Science**, 2006.

SWENSON, M. J. Propriedades fisiológicas e constituintes celulares e químicos do sangue. In: SWENSON, M. J. (Ed.) *Ducke's Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10a. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Cap. 2, p.13-34. 1988.

SWANSON, J.C. Farm animal well-being and intensive production systems. **Journal Animal Science**. V.73:2744-2751, 1995.

TD SOFTWARE SUPER CRAC. **Cálculo de Ração de Custo Mínimo**, versão 2.0, Copyright, 2002.

TIGBE, S.B.; ZIMMERMAN, D.R. Evaluation of a Yeast Single Cell Protein in Pig diets. 45:1309-1316. **Journal of Animal Science**, 1977.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V.C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo do baru (*Dypterix alata* Vog). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.15, n. 1, p. 66-69, 1995.

TOLEDO, R. S., VARGAS Jr, J. G., ALBINO, L. F. T. et al. Aspectos práticos da nutrição pós-eclosão: níveis nutricionais utilizados, tipos de ingredientes e granulometria da dieta. Conferência APINCO 2001 de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...**, Campinas, SP:FACTA. p.152-167. 2001.

TOMAS, C.N. Estudo da hidrólise da lactose pela β -galactosidase na forma livre e imobilizada. In: SILVA, D. O.; CARDOSO, V. L. Hidrólise da lactose do soro de queijo utilizando a enzima β -galactosidase. http://www.propp.ufu.br/revistaeletronica/edicao2004/exatas/hidrolise_da_lactose.PDF.

TREMER, A.W.; OWEN, B. D.; BELL, J.M. Constituents and carcass measurements in swine relationship between blood serum lipid and protein 25:138-141. **Journal of Animal Science**, 1966.

TROTTIER, N. L. Interactive effect of crude protein reduction and fermentable fibers on nitrogen metabolism, ammonia utilization, and slurry composition in the growing pig. **National Pork Board**. 16 p. 2001.

VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C. e BINNENDIJK, G. P. **Research Report**. Applied research in pig husbandry. Rosmalen. Holanda. p.137. 1995. In: BORJA, E. Avanços na alimentação do suíno. Leitões e animais de engorda. Curso de Especialización, 14. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p.261-291. 1998.

VARLEY, M.; STEDMAN, R. Stress and reproduction. In: COLE, D.A.; WISEMAN, J.; VALEY, M.A. eds., *Principle of Pig Science*. Nottingham University Press, Nottingham, UK. P. 277-296, 1994.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P.; Leche e productos lácteos: tecnologia, química y microbiologia. Zaragoza: Acribia, 1995. 476 p.

WALKER, T. Grão de sorgo para suínos e aves. **ASA Technical Buletin**, v. 20, p. 01 – 10, 1999.

WALSTRA, P. & JENNESS, R. Dairy Chemistry and Physics. Nova York : John Wiley & Sons, 1984.

WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L. Sorghum amino acid-supplemented diets for the 50 to 100 kilogram pig. **Journal of Animal Science**, v. 73: 1746-1753, 1995.

WATTIAUX, M.A. Composição do leite e seu valor nutricional. The Babcock Institute. Cap.19.,p.73-76.
http://babcock.wisc.edu/downloads/de_html/ch19.pt.html acesso 21/06/2007.

WHITTEMORE, C. T. Ciência y práctica de la producción porcina. Zaragoza: Acribia. 647 p. 1996.

ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. 80:3247-3256. **Journal of Animal Science**, 2002.

ZIJLSTRA, R. T., McCracken, B. A., ODLE, J., DOVAN, S. M., GELBERG, H. B., PETSCHOW, B. W., ZUCKERMANN, F. A. e GASKINS, H. R. Malnutrition modifies pig small intestinal inflammatory responses to rotavirus. **Journal of Nutrition** 129:838-843. 1999.

CAPÍTULO 2

Desempenho zootécnico de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

CAPÍTULO 2

Desempenho zootécnico de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas

RESUMO

LEITE, S. C. B. **Desempenho zootécnico de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.** Ceará, 2009. p. 71-103 Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará.

O ensaio foi realizado no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico de leitões submetidos a dietas formuladas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína+lactose isoladas. O experimento teve a duração de 42 dias, divididos em 2 fases, a saber: fase 1 (21-42 dias) e fase 2 (42-63 dias). Foram utilizados 40 animais de linhagem comercial, desmamados com idade aproximada de 21 dias, apresentando um peso médio de 4,76kg. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições, apresentando 2 animais por repetição. Foi realizado um desdobramento fatorial 2X2, sendo 2 alimentos energéticos (milho e sorgo) e 2 lácteos (leite desnatado em pó e caseína + lactose). A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5%. As dietas experimentais foram isonutrientes para energia, proteína, lisina e met+cis. Na fase 1 foi utilizado 21 % de PB e 3350 kcal de EM /kg. e na fase 2, 18,5 % de PB e 3250kcal de EM /kg. As dietas experimentais foram em número de 4 por fase, da seguinte forma: T1 (milho +LDP), T2 (milho+caseína +lactose), T3 (sorgo+LDP) e T4 (sorgo+caseína+lactose). Foi concluído que a substituição integral do milho pelo sorgo granífero e a inclusão da lactose + caseína é viável quanto ao desempenho zootécnico. No entanto, a inclusão da caseína+lactose

na fase 1 piorou a conversão alimentar. Não foram registradas interações significativas ($P > 0,05$) entre os alimentos energéticos e alimentos lácteos, nas fases 1 e 2 do período de creche, para os parâmetros zootécnicos estudados.

PALAVRAS CHAVES: caseína + lactose, desempenho zootécnico, dietas, leitões desmamados, sorgo.

ABSTRACT

LEITE, S.C.B. **The animal performance in weaned pigs submitted to diets based in sorghum-soybean meal, enriched with isolated casein + lactose.**

(Desempenho zootécnico de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas). Ceará, 2009. p. 71-103, Thesis (Doctoral degree in Animal Science), Federal University of Ceará.

The research was developed in the Division of Swine Production, Department of Animal Science, Agricultural Science Center, Federal University of Ceará, with the objective of evaluating the animal performance of piglets submitted to diets containing sorghum-soybean meal and isolated casein+lactose. The assay had the duration of 42 days and it was divided in two phases: 1 (21-42 days of age) and 2 (42-63 days of age) during the nursery period. The experiment used a total of 40 piglets of a commercial line, weaned at 21 days of age (average weight of 4,76 kg). The experiment followed a randomized blocks design, with 4 treatments, 5 repetitions and 2 animals per repetition, unfolded in a factorial 2 x 2 design, composed by two energetic feeds (corn and sorghum) and two milk products (dried skim milk and casein + lactose). Mean values were compared through the Duncan's tests 5%. The diets were isoenergetics, isoproteics and isonutritives for lysine and methionine + cystine. In phase 1, a level of 21% crude protein (CP) and 3350 kcal ME, was used and in phase 2, a level of 18,5 % crude protein (CP) and 3250 kcal ME was used. The experimental diets were in number of 4 for phase: T 1 (corn+ dried skim milk), T 2 (corn + casein + lactose), T 3 (sorghum + dried skim milk) and T 4 (sorghum + casein + lactose). It was concluded that the corn substitution for sorghum and the inclusion of casein + lactose in weaned pig diets, is satisfactory in relation the animal performance. However, the inclusion of casein+lactose in phase 1 resulted increased gain:feed ratios. Significant interactions were not registered ($P>0,05$) among the factors, phases 1 and 2, for the animal performance.

KEY WORDS: casein + lactose, diets, sorghum, animal performance, weaned pigs.

2.1 - INTRODUÇÃO

A carne suína é a mais consumida no mundo na atualidade, apresentando um consumo aproximado de 16 kg *per capita*/ano. O Brasil é o 4º maior produtor mundial de carne suína, apresentando em 2005 um rebanho de 32,9 milhões de cabeças. A nossa participação mundial tem crescido nos últimos anos, hoje representando 2,6% do total de carne produzida. Um clima favorável, disponibilidade territorial e baixo custo de produção são fatores que favorecem o crescimento da produção de carne suína em nosso país (ROPPA, 2006).

O melhoramento genético, a nutrição animal e as melhorias no manejo têm proporcionado a suinocultura índices de produtividade cada vez melhores. Diante desses avanços, os suínos se tornaram ao longo dos últimos anos em animais mais precoces e, portanto muito exigentes quanto à nutrição. Essa situação tem desafiado os nutricionistas, existindo uma constante procura por dietas complexas, na tentativa de substituir o leite da porca e minimizar as perdas produtivas dos leitões nesse momento tão crítico.

O desmame precoce é uma das práticas de manejo mais utilizadas na suinocultura industrial, com o objetivo de melhorar os índices de produtividade. Esse manejo eleva o número de partos/porca/ano reduzindo assim, os custos de produção (SESTI e SOBESTIANSKY, 1998). No entanto, esse período da criação tornou-se um grande desafio para os criadores, devidos às grandes mudanças que ocorrem nesse momento, como adaptação às novas dietas, a nova baía e as brigas entre os leitões pela nova liderança.

O milho ingrediente participante de aproximadamente 70% na composição das dietas de suínos e aves, como componente energético, tem sido cada dia mais utilizado, o que estabelece uma competição com o homem diminuindo a oferta de grãos disponíveis para a alimentação humana. Diante deste quadro, muitas pesquisas têm sido realizadas em busca de ingredientes alternativos ao binômio milho-soja, para dietas que sejam economicamente viáveis e eficientes na produção animal. Nesse contexto, se destacam os binômios sorgo-soja e sorgo-girassol.

Diante desta situação ingredientes como: lactose, glicerol, caseína, plasma sanguíneo, entre outros estão sendo pesquisados, no intuito de melhorar a condição geral dos animais, numa fase considerada de alto estresse. Nesse contexto, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as conseqüências do uso do sorgo e da associação caseína e lactose sobre o desempenho de leitões desmamados.

2.2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 – Localização e duração do experimento

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará CCA/UFC.

A pesquisa de campo foi iniciada dia 13 de outubro de 2006 e concluída no dia 26 de novembro de 2006, tendo a duração de 42 dias. O período experimental foi dividido em duas fases: 21 a 42 dias e 42 a 63 dias de idade.

2.2.2 – Condições ambientais

Os dados de temperatura ambiental e umidade relativa do ar foram registrados diariamente na Estação Meteorológica situada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada à 300 metros do galpão experimental.

A temperatura média durante o período experimental foi de 29,44 °C e a umidade relativa do ar foi de 68,76%, no período de 13/10/2006 a 26/11/2006.

2.2.3 – Instalações e equipamentos

O ensaio de campo foi realizado no galpão experimental do Setor de Suinocultura da Universidade Federal do Ceará – UFC (Figura 2.1). O galpão continha 32 baias, no entanto só foram utilizadas no experimento 20 delas.

A área física de cada baia era de 1,5 m de largura e 3,0m de comprimento. Dentro de cada baia havia um bebedouro tipo chupeta e um comedouro de alvenaria.



Figura 2.1 – Galpão experimental do Setor de Suinocultura da UFC.

2.2.4 – Animais experimentais

No ensaio de campo foram utilizados 40 animais machos e castrados da linhagem comercial (Dalland X Agroceres), desmamados com a idade média de 21 dias e apresando um peso inicial médio de 4,76kg. Os animais foram gentilmente cedidos pela Empresa Douro Alimentos, situada no município de Caucaia - CE.

2.2.5 – Manejo sanitário

O galpão experimental foi previamente lavado com sabão e desinfetado com um desinfetante à base de creolina. As paredes foram pintadas e identificadas com os códigos dos tratamentos que foram previamente sorteados.

Os animais ao chegarem da granja foram pesados individualmente e brincados (Figura 2.2), no local da perfuração dos brincos foi colocado uma porção de spray repelente, para facilitar a cicatrização, evitando futuras

infecções, após esse momento os leitões foram distribuídos por sorteio de acordo com os tratamentos e alojados em suas respectivas baias.



Figura 2.2 - animais brincados.

Durante a fase 1 (21 a 42 dias), as baias passaram por limpeza a seco, os dejetos eram recolhidos diariamente. No entanto, na fase 2 (42 a 63 dias), as baias eram varridas e lavadas diariamente pela manhã com água corrente.

2.2.6 – Dietas experimentais

2.2.6.1 - Composição das dietas experimentais

Na formulação das dietas foram utilizados ingredientes comuns às rações comerciais como: milho, farelo de soja, óleo de soja, fosfato, calcário, premix vitamínico-mineral, sal comum, metionina, lisina, leite em pó desnatado, protenose e, inerte quando necessário. No entanto, de acordo com a necessidade do tratamento foram utilizados ainda lactose, caseína e sorgo granífero.

2.2.6.2 – Análise químico-bromatológica das matérias-primas utilizadas

As análises químico-bromatológicas dos ingredientes (Tabela 2.1 e 2.2) utilizados na formulação das dietas experimentais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia CCA-UFC.

As matérias-primas foram analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de acordo com a metodologia AOAC (1975), encontrando-se os dados na tabela abaixo.

Tabela 2.1. Análise químico-bromatológica (%) dos ingredientes utilizados nas dietas.

Ingredientes	MS	PB	EE	FB	MM **
Milho *	90,70	8,82	4,19	1,73**	1,27
Farelo de Soja	89,25	49,43	3,62	4,27**	5,72
Sorgo	88,20	9,23	2,12	2,30**	1,39
Protenose	91,53	63,31	2,57**	1,04*	1,55
Caseína	88,62	92,12	-	-	2,60
Leite desnatado em pó*	94,76	31,54	0,75	-	7,70

Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia CCA-UFC.

* Análises realizadas no Laboratório da Nutron Alimentos.

** Valores retirados de Rostagno et al. (2005).

Os valores de cálcio, fósforo, matéria mineral, energia metabolizável, fibra bruta, fósforo disponível, fósforo total, lisina total, metionina, metionina + cistina, triptofano, sódio e treonina dos ingredientes foram retirados das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2005).

Tabela 2.2. Análise químico-bromatológica calculada* dos diferentes ingredientes das dietas.

Ingredientes	EM	Na	Ca	P.disp	Lisina	Met+Cis	Tanino
Milho	3340	0,02	0,03	0,08	0,24	0,36	-
Farelo de soja	3253	0,02	0,31	0,21	2,92	1,37	-
Sorgo baixo tanino	3289	0,02	0,03	0,09	0,20	0,32	0,22
Caseína	3529	0,01	0,40	0,70	6,94	2,97	
Óleo de soja	8300	-	-	-	-	-	-
Leite desnatado	3184**	-	-	-	-	-	-
Protenose	3929	0,01	0,03	0,15	1,00	2,46	-

* Valores de Rostagno et al. (2005). ** Valores de Bertol et al. (2000).

2.2.6.3 – Formulação das dietas

As dietas experimentais foram formuladas utilizando o programa linear “Sistema de Formulação de Rações de Custo Mínimo” (TD SOFTWARE SUPER CRAC, 2002). As dietas do ensaio foram isoprotéicas, isoenergéticas, isocalcíticas, isosódicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas para lisina e metionina+cistina.

Para a fase 1 (21 a 42 dias) os níveis utilizados foram: 21 % de PB e 3350 kcal de EM / kg. Já para a fase 2 as dietas foram formuladas com os seguintes níveis: 18,5 % de PB e 3250kcal de EM / kg , de acordo com Rostagno et al. (2005) (Tabela 2.3 e 2.4).

As dietas experimentais foram as seguintes:

Fase 1 de 21 a 42 dias:

- T1 - DB * + milho + 15 % de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (7% de lactose + 5% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 15% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (7% de lactose + 5% de caseína).

Fase 2 de 42 a 63 dias:

- T1 - DB + milho + 10% de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (5% de lactose + 3% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 10% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (5% de lactose + 3% de caseína).

* DB : dieta basal.

Tabela 2.3. Composição percentual e calculada das dietas (21 a 42 dias)

Ingredientes	Dietas			
	T1	T2	T3	T4
Milho	55,960	55,934	-	-
Sorgo	-	-	56,637	57,196
Farelo de soja	19,899	21,042	19,846	20,541
Leite desnatado em pó	15,000	-	15,000	-
Lactose	-	7,000	-	7,000
Caseína	-	5,000	-	5,000
Protenose	3,000	3,200	1,500	1,500
Óleo de soja	1,963	2,940	2,834	3,821
Fosfato bicálcico	2,016	2,365	1,994	2,348
L - lisina	0,659	0,684	0,672	0,733
Sal comum	0,511	0,664	0,511	0,664
Calcário	0,399	0,574	0,361	0,533
P. vitamínico-mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
DL - metionina	0,193	0,197	0,245	0,264
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Exigências Nutricionais

Proteína bruta (%)	21,000	21,000	21,000	21,000
EM suínos (kcal/kg)	3.350	3.350	3.350	3.350
Fibra bruta (%)	2,0767	2,1402	2,3923	2,4428
Extrato etéreo (%)	5,1327	6,0739	4,9993	5,9418
Lisina total (%)	1,6200	1,6200	1,6200	1,6200
Metionina (%)	0,5801	0,4709	0,6071	0,6298
Met + Cis (%)	0,8910	0,8910	0,8910	0,8910
Cálcio (%)	0,8880	0,8880	0,8880	0,8880
Fósforo disponível(%)	0,5600	0,5600	0,5600	0,5600
Sódio (%)	0,2800	0,2800	0,2800	0,2800

1 – Premix vitamínico-mineral para suínos fase inicial (4kg por tonelada) composição por kg de ração: vitamina A 8000 UI, vitamina D3 1200 UI, vitamina E12 mg, vitamina K3 1,34 mg, vitamina B1 0,89 mg, vitamina B2 3,60 mg, vitamina B6 0,92 mg, vitamina B12 18 mcg, biotina 0,02 mg, niacina 27 mg, pantotenato de cálcio 14 mg, colina 108 mg, cobre 20 mg, cobalto 0,30 mg, iodo 0,30 mg, ferro 100 mg, manganês 46 mg, zinco 90 mg, selênio 0,16 mg, colistina 10 mg, virginiamicina 10 mg e antioxidante 8 mg.

Tabela 2. 4. Composição percentual e calculada das dietas (42 a 63 dias).

Ingredientes	Dietas			
	T1	T2	T3	T4
Milho	60,734	64,620	-	-
Sorgo	-	-	66,999	66,467
Farelo de soja	22,356	22,908	19,212	20,531
Leite desnatado em pó	10,000	-	10,000	-
Lactose	-	5,000	-	5,000
Caseína	-	3,000	-	3,000
Protenose	-	0,133	-	-
Óleo de soja	1,935	1,099	0,941	1,644
Fosfato bicálcico	1,314	1,545	1,281	1,525
L - lisina	0,132	0,171	0,233	0,276
Sal comum	0,359	0,459	0,357	0,459
Calcário	0,544	0,664	0,535	0,641
P. vitamínico-mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400
DL- metionina	-	-	0,042	0,057
Inerte.	2,226	-	-	-
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Exigências Nutricionais

Proteína bruta (%)	18,500	18,500	18,500	18,500
EM suínos (kcal/kg)	3.250	3.250	3.250	3.250
Fibra bruta (%)	2,2601	2,3587	2,5803	2,6394
Extrato etéreo (%)	5,2690	4,5691	3,3390	3,9967
Lisina total (%)	1,1260	1,1260	1,1260	1,1260
Metionina (%)	0,3299	0,2602	0,3531	0,3656
Met + Cis (%)	0,6190	0,6190	0,6190	0,6190
Cálcio (%)	0,7200	0,7200	0,7200	0,7200
Fósforo disponível (%)	0,4000	0,4000	0,4000	0,4000
Sódio (%)	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

1 – Premix vitamínico-mineral para suínos fase inicial (4kg por tonelada) composição por kg de ração: vitamina A 8000 UI, vitamina D3 1200 UI, vitamina E12 mg, vitamina K3 1,34 mg, vitamina B1 0,89 mg, vitamina B2 3,60 mg, vitamina B6 0,92 mg, vitamina B12 18 mcg, biotina 0,02 mg, niacina 27 mg, pantotenato de cálcio 14 mg, colina 108 mg, cobre 20 mg, cobalto 0,30 mg, iodo 0,30 mg, ferro 100 mg, manganês 46 mg, zinco 90 mg, selênio 0,16 mg, colistina 10 mg, virginiamicina 10 mg e antioxidante 8 mg.

2.2.6.4 – Elaboração das dietas

As rações foram elaboradas na Fábrica de Rações do Departamento de Zootecnia do CCA/UFC. Todas as dietas foram elaboradas uma única vez por fase, portanto, todas as rações para a fase 1 do experimento foram preparadas no mesmo dia, ocorrendo o mesmo para a fase 2 .

Depois de misturadas as dietas foram acondicionadas em sacos de rafia devidamente identificados com o tratamento correspondente e acondicionadas na fábrica de rações até serem completamente consumidas durante a fase a que se destinavam.

2.2.7 – Planejamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 4 tratamentos, 5 repetições de 2 animais cada, sendo a unidade experimental composta por 2 animais. Foi utilizado o peso inicial dos animais como critério para a formação dos blocos.

Os dados médios das variáveis estudadas foram analisados com a ajuda do Programa Statistical Analysis System (SAS, 1999). A comparação entre as médias foi realizada através do teste de Duncan (SAMPALIO, 2002), para um $\alpha = 0,05$.

A análise das variáveis para cada observação foi descrita pela equação abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + E_j + S_k + ES_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde: Y_{ijkl} = característica estudada
 μ = representa média geral.
 β_i = representa o efeito do bloco i ($i=1,2,3,4$ e 5)
 E_j = representa o efeito do alimento energético j ($j= 1$ e 2).
 S_k = representa o efeito do alimento lácteo k ($k= 1$ e 2).
 ES_{jk} = efeito da interação entre o alimento energético e o alimento lácteo.
 ϵ_{ijkl} = erro residual

2.2.8 – Procedimento experimental

Os leitões desmamados foram recebidos, pesados individualmente e alojados em 5 blocos aleatoriamente sorteados. Cada bloco continha 4 tratamentos que foram sorteados da mesma forma. Cada bloco correspondia a uma repetição, sendo que nestas, os animais foram distribuídos pelo peso, de forma decrescente, isto é, dos animais mais pesados para os animais mais leves. Desta forma, a repetição 1 continha os 8 animais mais pesados do experimento e a repetição 5 continha os 8 animais mais leves (Figura 2.3).

Em cada baia foi colocado um balde (Figura 2.4 e 2.5), devidamente identificado com o número do box, o tratamento e a repetição correspondente. No dia em que os animais foram alojados, as rações foram pesadas e colocadas nos baldes, correspondentes a cada repetição, à medida que a ração era consumida, os baldes eram novamente pesados e completados com a dieta correspondente.

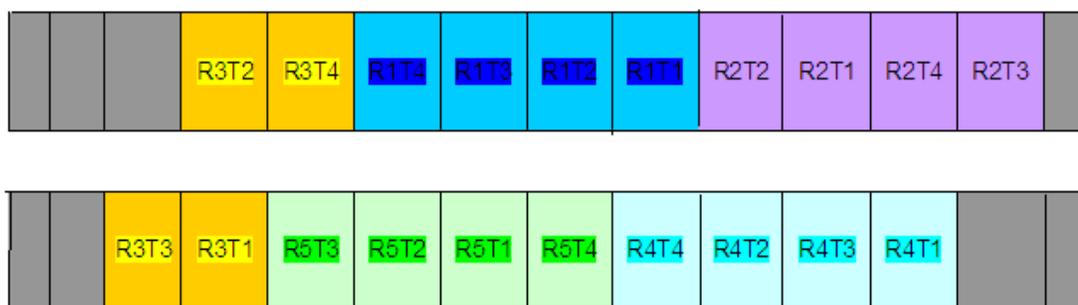


Figura 2.3 - Demonstração esquemática do galpão experimental com os blocos e tratamentos. Bloco 1 (Animais mais pesados) com azul céu, bloco 2 cor lilás, bloco 3 cor amarela, bloco 4 cor azul claro e bloco 5 (animais mais leves) cor verde.



Figura 2.4 - Baldes para ração



Figura 2.5 - Disposição das baias.

Durante todo o experimento, os leitões tiveram livre acesso as fontes de água e ração (Figura 2.6). A ração foi colocada em cada comedouro em pequenas quantidades, seis vezes ao dia, para evitar que a mesma fermentasse e fosse desperdiçada por parte dos animais.



Figura 2.6 - Leitão consumindo ração.

Semanalmente os leitões foram pesados individualmente (Figura 2.7), e os dados anotados para análise posterior. Da mesma forma, o conteúdo dos baldes foi pesado e em seguida uma nova quantidade de ração lhe foi adicionada, para o consumo da semana seguinte. A pesagem era feita no início da manhã e os animais só voltavam a consumir a ração, após a pesagem de todos os animais.



Figura 2.7 – Pesagem de leitões em balança eletrônica.

Os procedimentos de pesagem e arrazoamento dos animais na fase 2 do experimento foram semelhantes aos praticados na fase 1. No entanto, os níveis nutricionais utilizados nos tratamentos foram diferentes dos da fase anterior conforme ROSTAGNO et al. (2005).

2.2.9 - Variáveis de desempenho zootécnico

➤ Consumo de ração médio diário

O consumo de ração médio diário (CRMD) foi obtido quando se subtraiu da ração ofertada aos leitões a quantidade de ração consumida no período. Dividindo-se o consumo de ração total da baia pelo número de animais contido nela, pelo número de dias do período correspondente, obteve-se o CRMD.

➤ Ganho de peso médio diário

O Ganho de peso médio diário (GMPD) dos leitões foi coletado individualmente, subtraindo-se do peso final do leitão o seu peso inicial. Esse procedimento foi realizado semanalmente, para as duas fases do experimento. O ganho de peso médio diário (GPMD) foi obtido pela diferença média entre o peso final e o peso inicial de cada fase, dividido pelo número de dias do período.

➤ Conversão alimentar

Os dados de conversão alimentar (CA) foram obtidos através da relação entre o CRMD dos leitões de cada tratamento pelo seu respectivo GPMD adquirido durante a fase correspondente.

2.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1 – Consumo de ração médio diário

Os valores referentes ao consumo de ração médio diário (CRMD) dos leitões submetidos às dietas contendo duas fontes energéticas e dois alimentos lácteos, durante as fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias) do período experimental, encontram-se na Tabela 2.5.

Tabela 2.5. Consumo de ração médio diário (g) por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	515 ± 102 a	1291 ± 144 a
Sorgo	513 ± 88 a	1361 ± 164 a
Alimento lácteo		
Leite desnatado em pó	529 ± 91 a	1362 ± 144 a
<i>Caseína + Lactose</i>	499 ± 96 a	1290 ± 164 a

Letras iguais nas colunas não deferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Avaliando-se o efeito isolado do cereal energético independente do produto lácteo (Tabela 2.5), observou-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre as médias de consumo de ração, em ambas as fases.

Resultados semelhantes aos deste ensaio foram relatados por FIALHO et al. (2002), RODRIGUES et al. (2002) e SHELTON et al. (2004), nos quais o consumo alimentar médio não foi afetado pela utilização do sorgo em

substituição ao milho das dietas. Ao contrário desta pesquisa, DE LA LLATA et al. (2002) encontraram uma redução significativa do consumo de ração médio nos tratamentos com sorgo, sendo essa resposta negativa, segundo os autores, causada pelo excesso de lisina sintética e não pela utilização do sorgo.

Conforme os relatos de HANSEN et al. (1993a) e HANSEN et al. (1993b) quando trabalharam com dietas de baixa proteína suplementadas com aminoácidos, onde o sorgo substituiu completamente o milho, o consumo de ração não foi afetado, quando as dietas foram suplementadas com lisina, metionina e treonina. Resultados semelhantes a estes foram relatados por BRUDEVOLD e SOUTHERN (1994). Ao contrário deste resultado, apesar do ensaio ter sido realizado na fase de crescimento e terminação, WARD e SOUTHERN (1995) utilizando dietas onde o milho foi substituído pelo sorgo, sem suplementação aminoacídica, observaram uma redução significativa do consumo alimentar.

Avaliando-se isoladamente o efeito do alimento lácteo (Tabela 2.5), observou-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as médias de consumo de ração, nas duas fases do experimento.

O baixo consumo no momento crítico do desmame, a palatabilidade e a digestibilidade dos alimentos são aspectos que têm sido considerados na composição das dietas. Diversos estudos têm demonstrado que a digestibilidade das dietas empregadas no pós-desmame pode ser melhorada com a inclusão de produtos lácteos. Neste contexto, LUDKE et al. (1998) e FEDNA (1999) relataram que o efeito benéfico do leite desnatado em pó se deve tanto a sua fração hidrocarbonada, como a protéica. O leite desnatado em pó tem a sua proteína bruta dividida em 80% de caseína e o restante composto pelas: albuminas, globulinas, lactoferrina e lactoperoxidase (FEDNA, 1999). Além de apresentar 50 % de lactose no seu conteúdo de carboidratos (TURLINGTON et al., 1989). Como a lactose atua como um palatabilizante, portanto, estimuladora do consumo alimentar, estando ela presente nos dois suplementos lácteos utilizados, provavelmente nesse estudo, ela foi a responsável pelas médias de consumo não apresentarem diferenças significativas.

SOARES et al. (2000) não encontraram diferenças significativas entre as médias, para o consumo de ração, quando utilizaram à proteína do leite, a proteína da soja extrusada e a soja integral fermentada. Resultados semelhantes foram relatados por KESSLER et al. (2001), TRINDADE NETO et al. (2002 b). Ao contrário, VENTE-SPREEUWENBERG et al. (2004) relataram que ao compararem o leite em pó desnatado e a farinha de pena hidrolisada como fonte protéica para leitões desmamados, concluíram que o consumo dos leitões que receberam o produto lácteo foi significativamente maior que o dos leitões que consumiram a farinha de pena.

Para a caseína, MILLER et al. (1964) compararam o efeito da proteína isolada de soja (PSI) e da caseína purificada sobre o desempenho de leitões e concluíram que o consumo alimentar foi melhor quando utilizaram caseína + 100 UI de vit. D2 e PIS + 500 UI de vit. D2 nas dietas. No entanto, MATEO e VEUM (1980), relataram que o consumo alimentar não foi influenciado pelos tratamentos com caseína ou proteína isolada de soja.

POND et al. (1971) compararam a caseína e a proteína isolada da soja e a proteína concentrada de peixe sobre desempenho de leitões desmamados e concluíram que o consumo não diferiu entre a caseína e a proteína concentrada de peixe, no entanto, os animais que consumiram a proteína isolada da soja apresentaram um consumo mais baixo.

Para a lactose, resultados semelhantes a este foram relatados por OLIVER et al. (2002), GUERREIRO et al. (2006) e NESSMITH et al. (1997) onde o consumo alimentar não foi afetado significativamente pela inclusão da lactose. Ao contrário, BERTOL et al. (2000a) relataram que o consumo alimentar aumentou linearmente com a inclusão da lactose nas dietas. Corroborando esses resultados, TURLINGTON et al. (1989), LEPINE et al. (1991), MAHAN (1993) e MAHAN et al. (2004) relataram um aumento da ingestão alimentar quando a lactose foi incluída nas dietas pós-desmame para leitões.

2.3.2 – Ganho de peso médio diário

Os valores referentes ao ganho de peso médio diário (GPMD) dos leitões submetidos às dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, durante as fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias) do período experimental, encontram-se na Tabela 2. 6.

Tabela 2.6. Ganho de peso médio diário (g) por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	318 ± 63 a	699 ± 75 a
Sorgo	301 ± 40 a	708 ± 73 a
Alimento lácteo		
Leite desnatado em pó	330 ± 52 a	708 ± 72 a
Caseína + Lactose	289 ± 40 a	699 ± 70 a

Letras iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste Duncan a 5%.

Examinando-se o efeito isolado do alimento energético independente do alimento lácteo (Tabela 2.6), observou-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre as médias de ganho de peso, em ambas as fases.

O sorgo granífero utilizado atualmente na alimentação animal apresenta baixo teor de tanino. O principal problema que o tanino causa, quando presente no sorgo é a formação de complexos com as proteínas, prejudicando a digestibilidade, principalmente em monogástricos (BUTOLO, 2002). Além disso, as variedades atuais apresentam valores de EM bem próximo aos valores encontrados no milho (ROSTAGNO et al., 2005). Provavelmente, os resultados obtidos com o sorgo para o ganho de peso nesse ensaio sejam devidos aos

baixos teores de tanino, desta forma, levando a uma melhor digestão e absorção dos nutrientes, resultando em valores de ganho de peso semelhantes aos obtidos com o milho.

Para o sorgo os resultados deste ensaio, foram semelhantes aos obtidos por HANSEN et al. (1993a), HANSEN et al. (1993b), FIALHO et al. (2002) e SHELTON et al. (2004), onde o sorgo substituiu o milho nas dietas, sem afetar o ganho de peso. Entretanto, WARD e SOUTHERN (1995) relataram um baixo ganho de peso quando o sorgo foi incluído nas dietas para leitões.

Analisando-se o efeito isolado do produto lácteo independente do cereal energético (Tabela 2.6), observou-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para o ganho de peso nas duas fases do ensaio.

Considerando a inclusão de leite desnatado em pó nas dietas, CLINE (1991) relatou que a inclusão de produtos lácteos, em dietas contendo o farelo de soja, aumentou a digestibilidade, a utilização da energia e da proteína. Já para BERTOL e LUDKE (1999) a digestibilidade da energia do leite em pó desnatado foi superior ao do farelo de soja.

Ao avaliarem a substituição do leite em pó por farelo de soja integral fermentada, farelo de soja e soja integral extrusada, SOARES et al. (2000) constataram um melhor ganho de peso com as dietas que continham o produto lácteo. De semelhante modo, TRINDADE NETO et al. (2002 b) relataram um melhor ganho de peso com a inclusão de 40 e 20 % de leite em pó desnatado nas dietas para leitões. Esses resultados foram contrários aos deste ensaio, onde a ganho de peso não foi significativamente influenciado pelo leite desnatado.

Para a caseína, MILLER et al. (1965), compararam a proteína isolada da soja e a caseína associada a 50 ou 100 UI de vitamina D₂, os tratamentos com caseína obtiveram melhor ganho de peso. Da mesma forma, MATEO e VEUM (1980) obtiveram um melhor ganho de peso quando utilizaram como fonte protéica a caseína em comparação a proteína isolada de soja.

Comparando a caseína e a proteína concentrada de peixe em dietas de leitões desmamados, POND et al. (1971) não registraram diferenças significativas para o ganho de peso entre as duas fontes protéicas testadas.

A lactose adicionada à dieta pós-desmame pode influenciar a saúde intestinal dos leitões de várias formas. A integridade intestinal é considerada indispensável à digestão e absorção de nutrientes, sendo que o ganho de peso é completamente dependente da absorção de nutrientes. Nesse experimento não houve diferenças significativas entre as médias de ganho de peso para os leitões que consumiram alimentos lácteos, no entanto, considerando a lactose e a caseína, em uma situação parecida, resultados contrários a estes foram relatados por BERTOL et al. (2000a) onde o ganho de peso aumentou linearmente com a inclusão de lactose.

Comparando dietas com soro desidratado, lactoalbumina ou lactose, MAHAN (1992) constatou que o ganho de peso foi significativamente maior ($P < 0,05$) com a inclusão da lactose. Resultados semelhantes a este foram relatados LEPINE et al. (1991), MAHAN (1993), MAHAN et al. (2004) e FRANK et al. (2005).

Avaliando duas fontes de lactose (soro de leite e lactose) e dois níveis de lisina (1,20 e 1,50%), LOPES et al. (2005) obtiveram melhores médias para o ganho de peso, quando utilizaram a lactose com o nível de 1,20 % de lisina. No entanto, GUERREIRO et al. (2006) comparando o soro de leite e a lactose, constataram que a lactose não afetou significativamente o ganho de peso.

2.3.3 – Conversão alimentar

Os valores referentes à conversão alimentar (CA) dos leitões submetidos às dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, durante as fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias) do período experimental, encontram-se na Tabela 2.7.

Tabela 2.7. Conversão alimentar por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	1,62 ± 0,115 a	1,84 ± 0,111 a
Sorgo	1,70 ± 0,152 a	1,92 ± 0,104 a
Alimento lácteo		
Leite desnatado em pó	1,60 ± 0,112 a	1,92 ± 0,091 a
Caseína + Lactose	1,72 ± 0,138 b	1,84 ± 0,119 a

Letras iguais nas colunas não deferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Analisando o efeito isolado dos alimentos energéticos, independente dos alimentos lácteos (Tabela 2.7), observa-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$), para a conversão alimentar nas duas fases experimentais. Entretanto, numericamente observou-se que os tratamentos com milho apresentaram melhor conversão alimentar nas duas fases.

Resultados semelhantes a este experimento, foram relatados por FIALHO et al. (2002) e RODRIGUES et al. (2002) onde sorgo substituiu o milho nos tratamentos, sem influenciar significativamente a conversão alimentar. Ao contrário, HEALY et al. (1994), DE LA LLATA et al. (2002) e SHELTON et al. (2004) relataram que leitões alimentados com dietas contendo sorgo, apresentaram piores valores de conversão alimentar, quando comparados aos tratamentos com milho.

Analisando o efeito isolado do alimento lácteo, independente do alimento energético (Tabela 2.7), observou-se que na fase 1 houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para a conversão alimentar. Os animais que consumiram os tratamentos com leite em pó desnatado apresentaram uma melhor conversão alimentar, quando comparados aos que consumiram os tratamentos com caseína e lactose.

É provável que os resultados obtidos para a conversão tenham ocorrido devido à digestibilidade do leite desnatado. Desta forma, alimentos mais digestíveis, apresentam nutrientes, que são eficientemente absorvidos e melhor convertidos. Neste contexto, CLINE (1991) relatou que a inclusão de produtos lácteos em dietas contendo farelo de soja, aumentou a digestibilidade e a utilização de energia e proteína da dieta. Na mesma linha de raciocínio, BERTOL & LUDKE (1999) observaram que a digestibilidade da energia do leite em pó desnatado foi superior a digestibilidade da energia do farelo de soja.

Resultados semelhantes a este foram relatados por FRIESEN et al. (1993), SOARES et al. (2000) e TRINDADE NETO et al. (2002b), que registraram uma melhora na conversão alimentar em animais alimentados com dietas contendo leite desnatado em pó. Esses resultados corroboram os obtidos por, KESSLER et al. (2001) que ao substituírem a proteína láctea pela proteína isolada de soja, obtiveram uma conversão alimentar significativamente melhor.

Resultados concordantes ao desta pesquisa foram relatados por BERTOL et al. (2000b) quando avaliaram o efeito da inclusão do leite desnatado em pó em dietas de desmame contendo diferentes níveis de proteína concentrada de soja. A substituição parcial do farelo de soja por proteína concentrada de soja, bem como a substituição de 20% do farelo de soja por leite desnatado em pó, não afetou o desempenho dos leitões, com exceção da conversão alimentar no período de 14 a 35 dias após o desmame, onde os tratamentos que continham farelo de soja e farelo de soja associado a proteína concentrada de soja apresentaram uma pior conversão quando comparado aos tratamentos com leite desnatado em pó.

Na fase 2, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para a conversão alimentar (Tabela 2.7) entre os tratamentos, entretanto numericamente observou-se que a média dos tratamentos com caseína e lactose apresentaram melhor conversão alimentar.

Para a caseína, MILLER et al. (1965) comparando duas fontes protéicas (caseína e soja isolada) em dietas para leitões desmamados, concluíram que as dietas com caseína adicionada com 50 e 100 UI de vitamina D₂ apresentaram melhores índices de conversão alimentar.

Ainda com relação à caseína, MATEO e VEUM (1980) comparando duas fontes protéicas (caseína e soja) e duas fontes de carboidratos (lactose e glicose) para avaliar o desempenho de leitões, constataram que os animais alimentados com caseína tiveram melhor conversão alimentar na fase 1 do experimento. No entanto, na fase 2 (15 a 29 dias) a conversão alimentar não foi afetada pelo tratamentos.

Resultados semelhantes a este foram relatados por MAHAN (1993) onde a inclusão da lactose não afetou a conversão alimentar. Ao contrário, MAHAN et al. (1992), BERTOL et al. (2000b) e MAHAN et al. (2004), relataram que a inclusão da lactose nas dietas para leitões melhorou significativamente a conversão alimentar.

Avaliando o uso de duas fontes de lactose (soro de leite e lactose) e dois níveis de lisina, sobre o desempenho de leitões desmamados, LOPES et al. (2005), concluíram que houve interação entre a fonte de lactose e o nível de lisina para a conversão alimentar, obtendo-se melhor conversão alimentar com o nível de 1,2% de lisina.

Em um outro experimento utilizando o soro de leite como fonte de lactose, HAUPTLI et al. (2005) encontraram resultados de conversão alimentar significativamente maiores com a inclusão de 21% de soro nas dietas para leitões. Os autores relataram que a melhora na conversão alimentar com o aumento dos níveis de soro foi devido, aos níveis de lactose presentes no soro.

2.3.4 – Efeito das interações entre os dois fatores estudados sobre os diferentes parâmetros

Os resultados das interações entre os alimentos energéticos (AE) e os alimentos lácteos (AL), sobre os parâmetros de desempenho zootécnico dos leitões nas fases 1 (21-42 dias) e fase 2 (42-63 dias), encontram-se na Tabela 2.8.

Tabela 2.8. Comportamento das interações entre os alimentos energéticos e alimentos lácteos sobre os parâmetros de desempenho zootécnico de leitões desmamados, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42 - 63 dias).

Parâmetros	Significância (AE x AL)	
	Fase 1	Fase 2
Consumo de ração	NS	NS
Ganho de peso médio	NS	NS
Conversão alimentar	NS	NS

AE – Alimento energético; AL – Alimento lácteo.

Na presente pesquisa não foi constatada interação significativa ($P>0,05$) entre os cereais energéticos e os suplementos lácteos para os parâmetros de consumo de ração, ganho de peso médio e conversão alimentar nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias) do período de creche.

2.4 – CONCLUSÕES

A substituição integral do milho pelo sorgo como cereal energético nas dietas para leitões no período de creche é viável com relação ao desempenho zootécnico.

A inclusão de caseína+lactose como suplemento lácteo em substituição ao leite desnatado em pó, nas dietas do período experimental, foi parcialmente satisfatória em relação ao desempenho zootécnico. A conversão alimentar na fase 1 piorou com a inclusão de caseína+lactose.

Não foram registradas interações significativas ($P > 0,05$) entre os fatores alimento energético e alimento lácteo, nas fases 1 e 2 do período de creche, para os parâmetros zootécnicos estudados.

2.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 12 ed. Washington, DC: 1094 p. 1975.

BERTOL, T. M., DOS SANTOS FILHO, J. I. e LUDKE, J. V. Níveis de suplementação com lactose na dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n.5, p.1387-1393. 2000a.

BERTOL, T.M.; LUDKE, J.V. Determinação dos valores de energia e do balanço de nitrogênio de alguns alimentos para leitões na fase inicial. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 28 (6): 1279-1287, 1999.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; MORES, N. Efeito de diferentes fontes protéicas sobre desempenho, composição corporal e morfologia intestinal dos leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v. 29, n.6, p.1735-1742. 2000b.

BRUDEVOLD, A.B.; SOUTHERN, L.L. Low-protein, crystalline amino acid-supplemented, sorghum-soybean meal diets for the 10 to 20 kilogram pig. **Journal of Animal Science**, v. 72: 638-647, 1994.

BUTOLO, J. E. Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal - Campinas, SP, 2002, 430p. ISBN: 85-902473-1-7.

CLINE, T. R. Development of the digestive physiology of baby pigs and the use of supplemental enzymes in their diets. SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4. SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 3. Campinas, SP:CBNA. **Anais...**, Campinas. p.149-161. 1991.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L. Effects of increasing L-lysine HCL in corn or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, V.80: 2420-2432, 2002.

FEDNA - Normas fedna para la formulación de piensos compuestos. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal – FEDNA. Madrid. 496p. 1999.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H.O. Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho. **Journal of Animal Science**, V. 1, n. 1, p. 105-111, 2002.

FRIESEN, K.G.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L. The effect of pré and post weaning exposure to soybean meal on growth performance and on the immune response in the early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.71, n.8, p. 2089-2098, 1993.

FRANK, J.W.; ESCOBAR, J.; SURYAWAN, A.; NGUYEN, H.V.; KIMBALL, S.R.; JEFFERSON, L.S.; DAVIS, T.A. Dietary protein and lactose increase translation initiation factor activation and tissue protein synthesis in neonatal pigs. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 290: p.225–233, 2005. <http://www.ajpendo.org>

GUERREIRO, M.J.C; CANO, J.E. ; SOUZA, T.C.R.; A; AQUILERA, A.; MARISCAL, G.L. Efecto de la fuente de lactosa dietaria y del período posdestete sobre la composición química de la carnal de lechones. IN: Anais do III Congresso Latino-Americano de Suinocultura, v.1, p. 605 a 608, **Anais...**, Foz do Iguaçu-PR, 2006.

HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 442-451, 1993a.

HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 452-458, 1993b.

HAUPTLI, L.; LOVATTO, P.A.; SOUZA, J.H.S.; GUAREZ, G.G.; SOUZA, B.B.; SIQUEIRA, J.L.O. Níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na creche. **Ciência Rural**, vol. 35, p. 1161-1165, 2005.

HEALY, B.J.; HANCOCK, J.D.; KENNEDY, G.A.; BRAMEL-COX, P.J.; BEHNKES, K.C.; HINES, R.H. Optimum particle size of corn and hard soft sorghum for nursery pigs. **Journal of Animal Science**, 72: 2227-2236, 1994.

KESSLER, A.M.; SNIZEK JR. P.N.; RIBEIRO, A.M.L. Avaliação da proteína isolada de soja (PIS) em dietas para leitões recém-desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUINOS.10 Porto Alegre, **Anais ...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 2001. p. 295-296.

LEPINE, A.J.; MAHAN, D.C.; CHUNG, Y.K. Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various L-lysine.HCl levels. **Journal of Animal Science**. 1991. 69:2026-2032.

LOPES, E.L.; JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, L.F.; NUNES, R.C.; DUARTE, K.F. Fontes de lactose, níveis de lisina dietéticos e peso dos leitões ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p. 2340-2347, 2005.

LUDKE, J. V., BERTOL, T. M. e SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. Suinocultura Intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa, 388p. 1998.

MAHAN, D. C. Evaluation two sources of dried whey component with corn gluten meal and lactose in the diets of weanling swine. **Journal of Animal Science**. v.71, n.11, p.2860-2866. 1993.

MAHAN, D. C. Efficacy of dried whey and its lactalbumin and lactose components at two dietary lysine levels on postweaning pig performance and nitrogen balance. **Journal of Animal Science** 1992, 70:2182-2187. <http://jas.fass.org>.

MAHAN, D.C.; FASTINGER, N.D.; PETERS, J.C. Effects of diet complexity and dietary lactose levels during three starter phases on postweaning pig performance. **Journal of Animal Science** 82:2790-2797, 2004. <http://jas.fass.org/cgi/content/full/82/9/2790>.

MATEO, J.P.; VEUM, T.L. Utilization of casein or isolated soybean protein supplemented with amino acids and glucose or lactose by neonatal piglets reared artificially. **Journal of Animal Science**, 50:869-876, 1980.

MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; ZUTAUT, C.L.; HOEFER, J.A.; LUECKE, R.L. Comparisons of Casein and Soy Proteins upon Mineral Balance and Vitamin D2 Requirement of the Baby Pig. **Journal of Nutrition**, 85, p.347 -354, 1965.

NESSMITH JR., W.B., NELSSON, J.L., TOKACH, M.D. Effects of substituting deproteinized whey and (or) crystalline lactose for dried whey on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, 75(12):3222-3228, 1997.

OLIVER, W.T.; MATHEWS, S.A.; PHILLIPS, O.; JONES, E.E; ODLE, J.; HARRELL, R.J. Efficacy of partially hydrolyzed corn syrup solids as a replacement for lactose in manufactured liquid diets for neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, 80: 143-153, 2002.

POND, W.G.; SNYDER, W.; WALKER JR. F.; STILLINGS, B.R.; SIDWELL, V. Comparative utilization of casein, fish protein concentrate and isolated soybean protein in liquid diets for growth of baby pigs. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 3, 1971.

RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; FIALHO, E.T.; SILVA, H.O.; GONÇALVES, T.M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de suínos em crescimento e terminação alimentados com rações à base de milho e sorgo suplementadas com enzimas. **Revista Brasileira de milho e sorgo**, v.1, n2, p.91-100, 2002.

ROPPA, L. "Perspectivas de crescimento do mercado Mundial de carnes, 2006 a 2030". IN: III Congresso Latino Americano de Suinocultura, Foz do Iguaçu – PR. Ed. **Animalworld** , p. 37-54, 2006.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2 ed. Viçosa :UFV. 186 p. 2005.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação de estudo e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia, 2002.

SAS INSTITUTE – Estatistical Analysis System Institute. **SAS user's guide: statistics.** Version 6.12, Cary: 1999.

SHELTON, J.L.; MATTHEWS, J.O.; SOUTHERN, L.L.; HIGBIE, A.D.; BIDNER, T.D.; FERNANDEZ, J.M.; PONTIF, J.E. Effect of nonwaxy and waxy sorghum on growth, carcass traits, and glucose and insulin kinetics of growing-finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science.** v. 82. p. 1699-1706, 2004.

SOARES, J. L., DONZELE, J. L., OLIVEIRA, R. F. M. et al. Soja integral processada (fermentada e extrusada) e farelo de soja em substituição ao leite em pó em dieta de leitões desmamados aos 14 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia.** v.29, n.4, p.1153-1161. 2000.

TD SOFTWARE SUPER CRAC. **Cálculo de Ração de Custo Mínimo**, versão 2.0, Copyright, 2002.

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

TURLINGTON, W. H., ALLEE, G. L. e NELSSSEN, J. L. Effects of protein and carbohydrate sources on digestibility and digesta flow rate in weaned pigs fed a high-fat diet. **Journal of Animal Science.** 67(9):2333-2340. 1989.

VENTE-SPREEUWENBERG, M. A. M., VERDONK, J. M. A. J., BAKKER, G. C. M., BEYNEN, A. C. e VERSTEGEN, M. W. A. Effect of dietary protein source on feed intake and small intestinal morphology in newly weaned piglets. **Livestock Production Science** 86:169–177. 2004.

WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L. Sorghum amino acid-supplemented diets for the 50 to 100 kilogram pig. **Journal of Animal Science,** v. 73: 1746-1753, 1995.

CAPÍTULO 3

Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

CAPÍTULO 3

Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

RESUMO

LEITE, S. C. B. **Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.** Ceará, 2009. p.104-130, Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará.

O ensaio foi realizado no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de estudar o metabolismo do nitrogênio através da Concentração Plasmática de Uréia (CPU), Concentração Plasmática de Proteínas Totais (CPPT) e da Relação Eficiência Protéica (REP), em leitões submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína+lactose. O experimento teve a duração de 42 dias, divididos em 2 fases, a saber: fase 1 (21-42 dias) e fase 2 (42-63 dias). Foram utilizados 40 animais de linhagem comercial, desmamados com idade aproximada de 21 dias, apresentando um peso médio inicial de 4,76kg. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições, apresentando 2 animais por repetição. Foi realizado um desdobramento fatorial 2X2, sendo 2 alimentos energéticos (milho e sorgo) e 2 alimentos lácteos (leite desnatado em pó e caseína + lactose). A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5%. As dietas experimentais foram isonutritivas para energia, proteína, lisina e met+cis. Na fase 1 foi utilizado 21 % de PB e 3350 kcal de EM /kg. e na fase 2, 18,5 % de PB e 3250kcal de EM /kg. As dietas experimentais foram em número de 4 por fase, da seguinte forma: T1 (milho + LDP), T2 (milho+caseína +lactose), T3

(sorgo+LDP) e T4 (sorgo+caseína+lactose). A substituição integral do milho pelo sorgo em dietas experimentais não ocasionou diferenças significativas para os parâmetros estudados (CPU, CPPT e REP) nas das duas fases experimentais. No entanto, a inclusão da caseína+lactose, na fase 2 ocasionou uma diminuição significativa da CPU, e na fase 1 causou uma diminuição significativa da REP. Interações significativas não foram registradas ($P>0,05$), entre os fatores no período experimental.

PALAVRAS CHAVES: caseína + lactose, dietas, leitões desmamados, metabolismo do nitrogênio, sorgo.

ABSTRACT

LEITE, S.C.B. **The nitrogen metabolism indicators in weaned pigs submitted to diets based in sorghum-soybean meal, enriched with isolated casein + lactose.** (Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas). Ceará, 2009. p.104-130, Thesis (Doctoral degree in Animal Science), Federal University of Ceará.

The research was developed in the Division of Swine Production, Department of Animal Science, Agricultural Science Center, Federal University of Ceará, with the objective of evaluating the nitrogen metabolism indicators (Plasma Urea Concentration, Plasma Protein Concentration and Protein Efficiency Ratio) of piglets submitted to diets containing sorghum-soybean meal and isolated casein+lactose. The assay had the duration of 42 days and it was divided in two phases: 1 (21-42 days of age) and 2 (42-63 days of age) during the nursery period. The experiment used a total of 40 piglets of a commercial line, weaned at 21 days of age (average weight of 4,76 kg). The experiment followed a randomized blocks design, with 4 treatments, 5 repetitions and 2 animals per repetition, unfolded in a factorial 2 x 2 design, composed by two energetic feeds (corn and sorghum) and two milk products (dried skim milk and casein + lactose). Mean values were compared through the Duncan's tests 5%. The diets were isoenergetics, isoproteics and isonutritives for lysine and methionine + cystine. In phase 1, a level of 21% crude protein (CP) and 3350 kcal ME was used and in phase 2, a level of 18,5 % crude protein (CP) and 3250 kcal ME was used. The experimental diets were in number of 4 for phase: T 1 (corn+ dried skim milk), T 2 (corn + casein + lactose), T 3 (sorghum + dried skim milk) and T 4 (sorghum + casein + lactose). The substitution of corn for sorghum in pig diets did not caused significant differences for the indicators of the nitrogen metabolism, in two phases of assay. However, the inclusion of casein + lactose, in phase 2 caused significantly decrease in Plasma Urea Concentration, in phase 1 caused

significantly decrease in Protein Efficiency Ratio, no significant interactions were registered ($P>0,05$) among the factors, during phases 1 and 2 of the nursery period.

KEY WORDS: casein + lactose, diets, nitrogen metabolism, sorghum, weaned pigs.

3.1 - INTRODUÇÃO

Uma das principais funções do sangue é o transporte. Ele veicula nutrientes, oxigênio, produtos do metabolismo e a secreção de glândulas endócrinas por todo o corpo. O plasma sangüíneo é formado por compostos inorgânicos e orgânicos, como enzimas, hormônios, lipídeos, proteínas (albumina, globulinas, fibrinogênio), aminoácidos, glicose, uréia e ácido úrico. O soro por sua vez, tem a sua composição similar ao plasma, no entanto, não apresenta fibrinogênio e nem os componentes da coagulação (SWENSON, 1988).

A avaliação de componentes sanguíneos como uréia, ácido úrico, colesterol, albumina, proteínas plasmáticas, triglicérides e globulinas é fundamental para a confirmação de teorias nutricionais que envolvem determinados elementos na alimentação animal (RODRIGUES, 2001).

A eficiência na utilização dos nutrientes é muito importante para o processo produtivo de suínos, em especial para as fontes de proteína, devido ao alto custo das mesmas (CHIBA, 2001). Nesse contexto, a dosagem da concentração plasmática de uréia tem sido muito utilizada em pesquisas com aminoácidos para suínos, devido ao fato de ser afetada pela qualidade da proteína contida na dieta e por apresentar uma rápida resposta às mudanças nas concentrações dos aminoácidos, sendo portanto, utilizada para estimar requerimentos de aminoácidos (FULLER et al., 1979).

A mensuração da concentração de proteínas plasmáticas totais tem se mostrado um parâmetro útil na confirmação das teorias nutricionais, principalmente em pesquisas relacionadas a requerimentos nutricionais de aminoácidos e níveis protéicos. Dessa forma, alterações nos níveis de aminoácidos das dietas como a restrição dos mesmos, resultam em uma diminuição da concentração plasmáticas de proteínas totais (POND e YEN, 1984). Nesse contexto, esse experimento foi realizado no intuito de avaliar os efeitos do sorgo e da caseína + lactose sobre os indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões desmamados.

3.2 - MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 – Localização e duração do experimento.

O experimento de campo foi realizado no galpão experimental do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA/UFC), situado no Campus do Pici em Fortaleza-CE.

O período experimental foi de 42 dias, tendo iniciado no dia 13 de outubro e terminado dia 26 de novembro de 2006.

3.2.2 – Instalações e equipamentos

O ensaio de campo foi realizado no galpão experimental do Setor de Suinocultura da UFC. O galpão continha 32 baias, no entanto só foram utilizadas no experimento 20 delas.

A área física de cada baia era de 1,5 m de largura e 3,0m de comprimento. Dentro de cada baia havia um bebedouro tipo chupeta e um comedouro de alvenaria.

3.2.3 – Animais experimentais

No ensaio de campo foram utilizados 40 animais machos e castrados de linhagem comercial (Dalland X Agroceres), desmamados aproximadamente com 21 dias, apresentando 4,76kg de peso médio. Os animais foram gentilmente cedidos pela empresa Douro Alimentos, situada no município de Caucaia - CE.

3.2.4 – Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas com o auxílio do programa linear “Sistema de Formulação de Rações de Custo Mínimo” (TD SOFTWARE SUPER CRAC, 2002). As dietas do ensaio foram isoprotéicas, isoenergéticas, isocalcíticas, isosódicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas para lisina e metionina+cistina.

Para a fase 1 (21 a 42 dias) os níveis utilizados foram: 21 % de PB e 3350 kcal de EM / kg. Já para a segunda fase, as dietas foram formuladas com os seguintes níveis: 18,5 % de PB e 3250kcal de EM/kg , de acordo com Rostagno et al. (2005).

As dietas experimentais adotadas foram as seguintes:

Fase 1 de 21 a 42 dias:

- T1 - DB* + milho + 15 % de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (7% de lactose + 5% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 15% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (7% de lactose + 5% de caseína).

Fase 2 de 42 a 63 dias:

- T1 - DB + milho + 10% de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (5% de lactose + 3% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 10% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (5% de lactose + 3% de caseína).

* DB : dieta basal.

3.2.5 – Planejamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições e 2 animais por repetição, sendo feito um desdobramento fatorial 2 X 2, composto por dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos. Como critério para formação dos blocos foi utilizado o peso inicial dos leitões, e a unidade experimental foi composta por dois leitões.

Os dados médios das variáveis estudadas foram analisados com a ajuda do Programa Statistical Analysis System (SAS, 1999). A comparação entre as médias foi realizada através do teste de Duncan (Sampaio, 2002), para um $\alpha = 0,05$.

3.2.6 – Procedimentos adotados

3.2.6.1 - Procedimento pré-experimental

Os leitões desmamados foram recebidos, pesados individualmente e alojados em 5 blocos aleatoriamente sorteados. Cada bloco continha 4 tratamentos que foram sorteados da mesma forma. Cada bloco correspondia a uma repetição, sendo que nestas, os animais foram distribuídos pelo peso, de forma decrescente, isto é, dos animais mais pesados para os animais mais leves.

Em cada baia foi colocado um balde devidamente identificado com o número do box, o tratamento e a repetição correspondente. No dia em que os animais foram alojados, as rações foram pesadas e colocadas nos baldes, correspondentes a cada repetição, à medida que a ração era consumida, os baldes eram novamente pesados e completados com a dieta correspondente.

Durante todo o experimento, os leitões consumiram água e ração à vontade. A ração foi colocada em cada comedouro em pequenas quantidades, seis vezes ao dia, para evitar que a mesma fermentasse e também o seu desperdício por parte dos animais.

Semanalmente os leitões foram pesados individualmente e os dados anotados para análise posterior. Da mesma forma, o conteúdo dos baldes foi pesado e em seguida completados com nova ração, para o consumo da semana seguinte. A pesagem era feita no início da manhã e os animais só voltavam a consumir ração após a pesagem de todos os animais.

Os procedimentos de pesagem e arração dos animais na fase 2 do experimento foram semelhantes aos praticados na fase 1. No entanto, os níveis nutricionais utilizados nos tratamentos foram diferentes dos da fase anterior conforme, ROSTAGNO et al. (2005).

3.2.6.2 – Procedimento experimental

A avaliação dos indicadores do metabolismo do nitrogênio foi realizada ao final de cada fase. Inicialmente um animal foi sorteado por cada baia utilizada no galpão experimental, portanto, foram utilizados 20 animais para a coleta sanguínea. Os mesmos animais foram utilizados para a coleta dos dados em ambas as fases do experimento.

As coletas de sangue foram realizadas pela manhã, considerando as variações circadianas da uréia (WHANG e EASTER, 2000). De cada animal escolhido, foi coletado 10 ml de sangue através de punção no seio venoso orbital, com a utilização de agulhas hipodérmicas 25 x 8 mm (Figura 3.1), de acordo com a técnica descrita por MORENO et al. (1997). Essas amostras foram coletadas em tubos de ensaio contendo uma gota de EDTA (NAVARRO e PACHALY, 1994), e em seguida acondicionadas em isopor com gelo até o momento de seu processamento.



Figura 3.1 – Coleta de sangue no seio venoso orbital.

As amostras de sangue foram processadas no Laboratório de Fisiologia Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, onde foram centrifugadas a 3000 rpm, por 20 minutos, em centrífuga refrigerada a 10 °C (Figura 3.2), a fim de separar o plasma dos glóbulos sangüíneos (MIYADA et al., 1997).



Figura 3.2 - Centrífuga refrigerada a 10°C modelo SIGMA 4K 15.

Após a centrifugação, o plasma foi retirado dos frascos e distribuído uniformemente em eppendorf devidamente identificados para as análises de cortisol, uréia e proteínas totais. Após a distribuição, os eppendorfs foram tampados e congelados a -20°C até o momento das dosagens.

↗ Concentração plasmática de uréia

Após o final da segunda fase experimental, as amostras de plasma correspondente às duas fases foram levadas ao Laboratório de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Farmácia, Enfermagem e Odontologia da UFC, para a dosagem da uréia plasmática.

A dosagem foi realizada com o Kit da Labtest Diagnóstica® que é utilizado para determinação da concentração de uréia em soro, plasma e urina (Figura3.3). A prova foi realizada em duplicata e retirada uma média entre as dosagens.



Figura 3.3 – Kit labtest para dosagem da uréia e proteínas plasmáticas

A técnica é apoiada num sistema colorimétrico enzimático cujo princípio da análise, baseia-se quando a uréia é hidrolisada pela urease a íons amônio e CO₂. Os íons amônio reagem em pH alcalino com salicilato e hipoclorito de sódio, sob a ação catalisadora do nitroprussiato de sódio, para formar azul de indofenol. A intensidade da cor formada é proporcional à quantidade de uréia na amostra e é detectada através de analisadores que medem a absorvância (LABTEST DIAGNÓSTICA, 1999).

↗ Concentração plasmáticas de proteínas totais

Após o período experimental, as amostras de plasma congelado das duas fases, foram levadas ao Laboratório de Análises Clínicas e Toxicológicas da Faculdade de Farmácia, Enfermagem e Odontologia da UFC, para a dosagem das proteínas plasmáticas totais.

A dosagem foi realizada com o Kit da Labtest Diagnóstica® que é utilizado para determinação da concentração proteínas totais. A dosagem foi realizada em duplicata e retirada uma média entre os valores obtidos em cada leitura.

A técnica baseia-se em um sistema colorimétrico, cujo princípio da análise ocorre quando os íons de cobre em meio alcalino (reagente do biureto) reagem com as ligações peptídicas das proteínas séricas formando cor púrpura, que tem absorvância máxima em 545 nm, proporcional à concentração das proteínas da amostra (LABTEST DIAGNÓSTICA, 2005).

↗ Relação de eficiência protéica (REP)

Esse parâmetro foi calculado a partir da relação entre o consumo de proteína bruta e o ganho de peso.

$$\text{REF} = \text{GP} / \text{PB c}$$

Onde: GP= Ganho de peso

PBc = Proteína bruta consumida.

3.3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 – Concentração plasmática de uréia (CPU)

Os valores médios referentes à concentração plasmática de uréia dos leitões submetidos às dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, durante as fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias) do período de creche, encontram-se na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Concentração plasmática de uréia, por alimento energético e, por alimento lácteo, ao final das fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	18,40 ± 4,11 a	15,80 ± 4,21 a
Sorgo	14,50 ± 5,08 a	12,70 ± 3,56 a
Alimento lácteo		
Leite desnatado em pó	16,20 ± 3,55 a	16,00 ± 4,05 a
Caseína + Lactose	16,70 ± 6,20 a	12,50 ± 3,53 b

Letras iguais nas colunas não deferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Analisando-se o efeito do alimento energético independentemente do alimento lácteo, observou-se que aos 42 dias e aos 63 dias não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as médias da concentração plasmática de uréia.

Kaneco (1999) citado por NUNES (2000) considerou como valores sanguíneos normais para suínos, o nível de uréia entre 10 e 30 mg/dl, portanto,

os valores apresentados neste ensaio (Tabela 3.1.) estão dentro dos limites apresentados pelo mesmo.

Ao analisar alguns parâmetros sanguíneos, FABIAN et al. (2003) e SCANDOLERA et al. (2008) relataram que os níveis de uréia plasmática aumentaram com a idade do leitão. Ao contrário, JIANG et al. (2000) e LANDELL FILHO et al. (1993) observaram diminuição dos níveis de uréia com a idade. No presente estudo, houve uma tendência decrescente dos níveis de uréia, em relação à idade.

SHELTON et al. (2004) conduziram experimentos com suínos utilizando sorgo em suas dietas para avaliar o efeito da amilose e amilopectina sobre o crescimento, e a qualidade da carcaça e parâmetros sanguíneos. O nível de uréia plasmática diminuiu nos animais alimentados com as dietas com sorgo+amilopectina. Segundo os autores, essa diminuição pode ter ocorrido devido ao aumento da disponibilidade de carboidratos na dieta, resultando em um aumento da energia para síntese protéica. Desta forma, esses resultados diferem dos apresentados nessa pesquisa.

Avaliando a suplementação de lisina, treonina, metionina e triptofano em dietas à base de sorgo, sobre o desempenho e a concentração de uréia plasmática com suínos (50 a 100 kg), WARD e SOUTHERN (1995) relataram que a concentração de uréia diminuiu significativamente com a suplementação dos aminoácidos. De acordo com os autores, a melhoria da qualidade da proteína das dietas, através da adição dos aminoácidos foi a responsável pela diminuição dos valores plasmáticos de uréia.

Examinando o efeito isolado do alimento lácteo independente do alimento energético (Tabela 3.1), observou-se que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) entre as médias da concentração plasmática de uréia aos 42 dias. No entanto, na fase 2 aos 63 dias, as médias de CPU foram estatisticamente diferentes ($P<0,05$).

Resultados contrários a esse ensaio foram relatados por MATEO e VEUM (1980) quando trabalharam com leitões na fase neonatal (1 a 29 dias) avaliando 3 fontes protéicas (caseína, proteína isolada de soja e leite desnatado em pó) e

2 fontes de carboidratos (lactose e glicose) sobre o desempenho e parâmetros sanguíneos. A concentração plasmática de uréia não foi influenciada pelos tratamentos.

YEN et al. (2005) estimando os requerimentos de lisina em suínos tratados com dois tipos de implantes de somatotrofina, utilizaram dietas com leite em pó desnatado e 6 níveis de lisina total (0,29; 0,52; 0,75; 0,98; 1,21 e 1,44%). Concluíram que a concentração plasmática de uréia aumentou linearmente com a inclusão de lisina sintética.

Por outro lado, ETHERIDGE et al. (1984a) utilizando 3 tratamentos T1 (leite desnatado em pó + farelo de soja), T2 (caseína + leite desnatado em pó) e T3 (leite de porca) relataram um aumento estatisticamente significativo da concentração plasmática de uréia, no T1 e T2. De acordo com os autores, esse aumento ocorreu devido ao catabolismo das proteínas corporais ocasionado pelo baixo consumo alimentar.

Com relação à lactose, FRANK et al. (2005) utilizaram dietas com três níveis de proteína (5 ; 15 e 25%) e dois de lactose (7;31%) para avaliar o desempenho e a síntese e deposição protéica em leitões neonatais. O desempenho e a síntese protéica não foram influenciados pela proteína e pelo consumo de lactose. No entanto, a concentração plasmática de uréia aumentou linearmente com o consumo de proteína.

Ainda com relação à lactose, OLIVER et al. (2002) avaliaram a substituição da lactose pelo milho hidrolisado e dextrose em dietas para leitões neonatais. Os autores concluíram que a concentração plasmática de uréia não foi significativamente influenciada pelos tratamentos.

3.3.2 – Concentração plasmática de proteínas totais (CPPT)

Os valores médios referentes à concentração plasmática de proteínas totais dos leitões submetidos a dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, ao final da fase 1 (42 dias) e fase 2 (63 dias), encontram-se na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Concentração plasmática de proteínas totais, por alimento energético e, por alimento lácteo, ao final das fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	3,42 ± 0,71 a	6,50 ± 1,12 a
Sorgo	3,65 ± 0,93 a	6,26 ± 0,99 a
Alimento lácteo		
Leite desnatado em pó	3,33 ± 0,84 a	6,34 ± 1,20 a
Caseína + Lactose	3,74 ± 0,78 a	6,42 ± 0,91 a

Letras iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Avaliando-se o efeito isolado dos alimentos energéticos, independente dos alimentos lácteos (Tabela 3.2), observou-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para a concentração plasmática de proteínas totais ao final das duas fases experimentais.

Para MIYADA et al. (1997) a concentração plasmática de proteínas totais em leitões no período de creche varia entre 5,76 – 5,96 g/dl. Esse valores estão bem próximos dos encontrados na fase 2 desse ensaio, independentemente do alimento utilizado. Já os dados encontrados na fase 1 estão abaixo dos valores citados pelos referidos autores.

Considerando as duas fases do ensaio, observou-se uma tendência numérica crescente dos valores médios da concentração de proteínas totais com o avanço da idade. Esses resultados corroboram os relatados de DOORNENBAL et al. (1983) e BERTO (1985) que apresentaram comportamento semelhante. Ao contrário dos resultados encontrados nessa pesquisa, SHERRY et al. (1978) relataram que os níveis plasmáticos de proteínas totais diminuíram com a idade.

Dietas com restrição de aminoácidos resultam em uma diminuição na concentração de proteínas plasmáticas totais (ATNMO et al. 1976; POND et al., 1980; POND e YEN, 1984). Essa restrição pode ocorrer quando dietas com baixos níveis protéicos são ingeridas, em situações que levem a uma diminuição do consumo alimentar ou com o uso de dietas desbalanceadas. Considerando que nesse experimento as dietas foram isoprotéicas, isoaminoacídicas para lisina e met+cis e formuladas conforme as exigências nutricionais para a idade conforme ROSTAGNO et al. (2005), considera-se como pouco provável a variação da qualidade protéica das mesmas.

Avaliando o efeito isolado dos alimentos lácteos (Tabela 3.2), observou-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para a concentração plasmática de proteínas totais ao final das duas fases experimentais.

Em uma situação semelhante, MATEO e VEUM (1980) avaliaram 3 fontes protéicas (caseína, proteína isolada de soja e leite desnatado em pó) e 2 fontes de carboidratos (lactose e glicose) sobre o desempenho e parâmetros séricos. Concluíram que os tratamentos com caseína apresentaram níveis plasmáticos de proteínas totais significativamente maiores que o LDP e que a PIS. Esses resultados foram diferentes dos apresentados nesse ensaio. Com relação às fontes de carboidratos, os níveis plasmáticos de proteínas não diferiram significativamente entre os tratamentos. O que coincidiu com os dados apresentados nessa pesquisa.

3.3.3 – Relação de eficiência protéica (REP)

Os valores médios referentes à relação de eficiência protéica (REP) em leitões submetidos a dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, para as fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias), encontram-se na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Relação de eficiência protéica, por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	2,946 ± 0,224 a	2,932 ± 0,173 a
Sorgo	2,817 ± 0,242 a	2,821 ± 0,153 a
Alimento lácteo		
Leite desnatado em pó	2,984 ± 0,220 a	2,813 ± 0,137 a
Caseína + Lactose	2,779 ± 0,216 b	2,940 ± 0,181 a

Letras iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Examinando-se o efeito isolado dos alimentos energéticos, independente dos alimentos lácteos (Tabela 3.3) observou-se que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) para a relação de eficiência protéica nas duas fases experimentais.

Avaliando o efeito isolado dos alimentos lácteos, independentemente dos alimentos energéticos (Tabela 3.3), observou-se que para a fase 1 do experimento, houve diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as médias dos tratamentos. No entanto, para a fase 2, os tratamentos foram estatisticamente semelhantes.

A utilização dos métodos biológicos como a REP auxilia na predição da qualidade do alimento. A REP é diretamente dependente do volume de ração consumida ou do conteúdo total de proteína ingerida. A baixa ingestão alimentar resulta em menores valores da Relação da Eficiência Protéica (SILVA e HERMAN-GOMEZ, 2000). Mesmo não ocorrendo diferenças estatísticas entre as médias de consumo alimentar para os alimentos lácteos na fase 1, o tratamento com caseína + lactose apresentou um menor consumo alimentar. Conforme se estabelece, a quantificação da REP é diretamente dependente do consumo, assim o tratamento caseína+lactose foi penalizado pela menor ingestão.

MENDES et al. (2007) analisaram os constituintes químicos e o valor nutricional de quatro variedades de soja, mediante a determinação da digestibilidade, da REP (Relação da Eficiência Protéica) e da RPL (Razão Protéica Líquida). No ensaio biológico, o valor da REP de para a caseína foi de 4,13 e das sojas variaram de 1,83 a 2,75. Desta forma, os valores encontrados pelos autores para a caseína foram diferentes dos desta pesquisa. Em uma situação semelhante, MIURA et al. (2001) encontraram que os valores da REP das sojas processadas não diferiram significativamente do controle (caseína), os valores variaram entre 2,23 e 2,07.

Ainda com relação à caseína, SILVA e HERNAN-GOMEZ (2000) submeteram o soro de leite fermentado pela levedura *Kluyveromyces fragilis* à avaliação da qualidade protéica através de uma análise aminoacídica e de um estudo biológico pelos métodos: Relação da Eficiência Líquida da Proteína (NPR), Relação da Eficiência Protéica (REP) e Utilização Líquida da Proteína (ULP). O resultado da REP para a caseína foi de 2,5 e para o soro fermentado foi de 0,49. O valor da REP para a caseína foi inferior ao encontrado nesta pesquisa.

VERRUMA e SALGADO (1993) realizaram um ensaio biológico com ratos desmamados aos 23 dias para investigar o valor nutricional do leite de búfala. Foram calculados a digestibilidade, Utilização de Proteína Líquida (NPU), Relação da Eficiência Protéica (REP) e valor biológico. O leite de búfala

apresentou um valor da REP de 2,10, significativamente diferente da REP padrão utilizada da caseína de 2,79. Esses resultados para a caseína foram semelhantes aos encontrados nessa pesquisa.

HAINÉ et al. (2006) avaliaram a qualidade nutricional da proteína da amêndoa da palmeira (*Acrocomia aculeata*), mediante determinação de balanço nitrogenado, digestibilidade verdadeira, valor biológico, REP e composição de aminoácidos. A proteína da amêndoa, embora com alto valor biológico (81,1%), apresentou qualidade nutricional mais baixa que a caseína padrão quanto aos outros índices avaliados. Os autores encontraram a REP para caseína de 2,03 e para a amêndoa, 2,34, valores esses estatisticamente semelhantes. Esses valores para a caseína foram inferiores aos encontrados nesta pesquisa.

3.3.4 – Efeito das interações entre os dois fatores estudados sobre os diferentes parâmetros

Os resultados das interações entre os alimentos energéticos (AE) e os alimentos lácteos (AL), sobre os Indicadores do metabolismo do nitrogênio em leitões submetidos às dietas experimentais, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias), encontram-se na Tabela 3.4.

Tabela 3.4. Comportamento das interações entre os alimentos energéticos e alimentos lácteos sobre os indicadores do metabolismo do nitrogênio de leitões desmamados, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42 - 63 dias).

Parâmetros	Significância (AE x AL)	
	Fase 1	Fase 2
CPU	NS	NS
CPPT	NS	NS
REP	NS	NS

AE- Alimento energético; SL- Alimento lácteo; CPU - Concentração plasmática de uréia; CPPT- Concentração plasmática de proteínas totais; REP – Relação de eficiência protéica.

Na presente pesquisa não foi constatada interação significativa ($P>0,05$) entre os alimentos energéticos e os alimentos lácteos para os parâmetros de concentração plasmática de uréia, concentração plasmática de proteínas totais e relação de eficiência protéica nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias) do experimento.

3.4 – CONCLUSÕES

A substituição integral do milho pelo sorgo em dietas para leitões desmamados não ocasionou diferenças significativas para os indicadores do metabolismo do nitrogênio nas duas fases experimentais.

A inclusão da caseína+lactose como suplemento lácteo em substituição ao leite desnatado em pó, nas dietas do período de creche na fase 1, não afetou o metabolismo do nitrogênio com base na CPU e CPPT. No entanto, a REP na fase 1 e a CPU na fase 2, diminuíram significativamente com a inclusão desse suplemento.

Não foram registradas interações significativas ($P > 0,05$) entre os fatores alimento energético e alimento lácteo, nas fases 1 e 2 do período de creche, para os indicadores do metabolismo do nitrogênio.

3.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists. 15. ed. Arlington, Virginia, vol.2, 1298 p., 1990.

ATINMO, T.; BALDIJAO, C.; POND, W.G.; BARNES, R.H. Prenatal and postnatal protein malnutrition in pigs: effects on growth rate, serum protein and albumin. 43:606-612. **Journal of Animal Science**, 1976.

BERTO, D. A. Levedura seca de destilaria de álcool de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de leitões em recria. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985, 132p. **Dissertação** (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1985.

CHIBA, L. I. Protein supplements. Pages 803–837 in Swine Nutrition. 2nd ed. A. J.Lewis and L. L. Southern, ed. CRC Press, Boca Raton, FL. 2001.

DOORNENBAL, H., TONG, A. K. W., MARTIN, A. H. et al. Studies on the performance, development and carcass composition of the growing pig: effects of sex, feeding regime and age on blood serum parameters. **Journal of Animal Science**, Ottawa, v.63, n.4, p.977-984, 1983.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; WYATT, R.D. The effect of dietary soybean meal on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 12, p. 1396-1402, 1984a.

FABIAN, J., CHIBA, L. I., KUHLEERS, D. L., FROBISH, L. T., NADARAJAH, K. E. e MCELHENNEY, W. H. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile, and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**. 81:1142–1149. 2003.

FRANK, J.W.; ESCOBAR, J.; SURYAWAN, A.; NGUYEN, H.V.; KIMBALL, S.R.; JEFFERSON, L.S.; DAVIS, T.A. Dietary protein and lactose increase translation initiation factor activation and tissue protein synthesis in neonatal pigs. **Animal Journal Physiologic Endocrinol Metabolism** 290: p.225–233, 2005. <http://www.ajpendo.org>

FULLER, M. F., LIVINGSTONE, R. M., BAIRD, B. A. e ATKINSON, T. The optimal amino acid supplementation of barley for the growing pig. **Br. J. Nutr.** 41:321. 1979.

HAINE, P.A; MACEDO, M.L.R.; SILVA, G.M.; BRAGA NETO, J.A. Avaliação nutricional da proteína de amêndoas de bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd, em ratos wistar em crescimento. **B. Ceppa**, v. 24, n. 1, p. 191-206, 2006.

JIANG, R.; CHANG, X.; STOLL, B.; ELLIS, K.J.; SHYPAILO, R.J.; WEAVER, E.; CAMPBELL, J.; BURRIN, D.G. Dietary plasma protein is used more efficiently than

extruded soy protein for lean tissue growth in early-weaned pigs. Research Communication, **Journal of Nutrition**, p. 2016-2019, 2000.

LANDELL FILHO, L. de C., KRONKA, R. N., THOMAZ, M. C. e CURTARELLI, S. M. Componentes sanguíneos de suínos em crescimento e terminação, alimentados com rações contendo levedura de centrifugação de vinhaça (*Saccharomyces cerevisiae*). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, vol. 22, n.6, p.969-979.1993.

LABTEST DIAGNÓSTICA. Manual de procedimento, catálogo 27, 1999. www.labtest.com.br

LABTEST DIAGNÓSTICA. Manual de procedimento, catálogo 99, 2005. www.labtest.com.br

MATEO, J.P.; VEUM, T.L. Utilization of casein or isolated soybean protein supplemented with amino acids and glucose or lactose by neonatal piglets reared artificially. **Journal of Animal Science**, 50:869-876, 1980.

MENDES, F.Q.; OLIVEIRA, M.G.A.; CARDOSO, L.R.; BRUNORO, N.M.; SANTANA, R.C.O. Digestibilidade protéica e caracterização bromatológica de linhagens de soja com ausência ou presença do inibidor de tripsina kunitz e das isozima lipoxigenases. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 1, p. 14-21, 2007.

MIURA, E.M.Y.; BINOTTI, M.A.R.; CAMARGO, D.S.; MIZUBUTI, I.Y.; IDA, E.I. Avaliação biológica de soja com baixas atividades de inibidores de trisina e ausência do inibidor Kunitz. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, vol. 51, n^o 2, p. 195-198, 2001.

MIYADA, V. S., LAVORENTI, A., PACKER, I. U. e MENTEN, J. F. M. A levedura seca como fonte de proteína para leitões em recria (10 aos 28 kg PV). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.2, p.316-326. 1997.

MORENO, A. M., SOBESTIANSKY, J., LOPEZ, A. C. e SOBESTIANSKY, A. A. B. Colheita e processamento de amostras de sangue em suínos para fins de diagnóstico. Concórdia: EMPRAPA-CNPSA, 1997. 30p. (EMPRAPA-CNPSA. Documentos, 41). 1997

NAVARRO, C. E. K. G. e PACHALY, J. R. Manual de hematologia veterinária. São Paulo:Varela, 169p. 1994.

NUNES, R. C. Efeito da retirada do suplemento micromineral vitamínico da ração sobre o desempenho, característica de carcaça e parâmetros sanguíneos de suínos na fase de terminação. Jaboticabal-SP, 2000, 81 p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista, 2000.

OLIVER, W.T.; MATHEWS, S.A.; PHILLIPS, O.; JONES, E.E.; ODLE, J.; HARRELL, R.J. Efficacy of partially hydrolyzed corn syrup solids as a replacement for lactose in

manufactured liquid diets for neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, 80:143–153, 2002.

POND, W. G., YEN, J. T. e LINDVALL, R. N. Early protein deficiency: effects on later growth and carcass composition of lean or obese swine. **Journal of Nutrition**, 110:2506–2513. 1980.

POND, W.G.; YEN, J.T. Effect of protein deficiency on growth and plasma zinc concentration in genetically lean and obese swine. 59:710-716. **Journal of Animal Science**, 1984.

RODRIGUES, M. A. de M. Efeito do farelo da amêndoa da castanha de caju sobre o desempenho e componentes sanguíneos de suínos na fase inicial. Fortaleza-CE, 2001, 61 p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará. 2001.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2 ed. Viçosa :UFV. 186 p. 2005.

SAS INSTITUTE – Estatistical Analysis System Institute. **SAS user's guide: statistics**. Version 6.12, Cary: 1999.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação de estudo e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia, 2002.

SCANDOLERA, A.J.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDINÕ, E.L.; FRAGA, A.L.; HUAYNATE, R.A.R.; RUIZ, U.S.; CRISTIANI, J. Hidrolisados protéicos de mucosa intestinal, levedura e proteína isolada de soja em dietas com leite em pó integral para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p. 653-659, 2008.

SILVA, C.A.; HERNAN-GOMEZ, R.C. Qualidade protéica do soro de leite fermentado pela levedura *Kluyveromyces fragilis*. **Ciência Rural**, v.30, n.3, p. 515-520, 2000.

SHELTON, J.L.; MATTHEWS, J.O.; SOUTHERN, L.L.; HIGBIE, A.D.; BIDNER, T.D.; FERNANDEZ, J.M.; PONTIF, J.E. Effect of nonwaxy and waxy sorghum on growth, carcass traits, and glucose and insulin kinetics of growing-finishing barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 82. p. 1699-1706, 2004.

SHERRY, M.P.; VEUM, T.L.; SCHMIDT, M.K.; HUTCHESON, D.P. Dietary protein to calorie ratios and fat sources for neonatal serum pigs reared artificially with subsequent performance. II. variables. **Journal of Animal Science**, 46:1267-1274, 1978.

SWENSON, M. J. Propriedades fisiológicas e constituintes celulares e químicos do sangue. In: SWENSON, M. J. (Ed.) *Ducke's Fisiologia dos Animais Domésticos*. 10a. ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Cap. 2, p.13-34. 1988.

TD SOFTWARE SUPER CRAC. **Cálculo de Ração de Custo Mínimo**, versão 2.0, Copyright, 2002.

VERRUMA, M.R.; SALGADO, J.M. Avaliação nutricional do leite de búfala em comparação ao leite de vaca. **Sci. Agric.**, Piracicaba, 50 (3): 444-450, 1993.

WHANG, K. Y. e EASTER, R. A. Blood urea nitrogen as na index of feed efficiency and lean growth potential in growing-finishing swine. **Asian-Aust. Journal of Animal Science**, 13:811– 816. 2000.

WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L. Sorghum amino acid-supplemented diets for the 50 to 100 kilogram pig. **Journal of Animal Science**, v. 73: 1746-1753, 1995.

YEN, J.T.; KLINDT, J.; KERR, B.J.; BUONOMO, F.C. Lysine requirement of finishing pigs administered porcine somatotropin by sustained-release implant. **Journal of Animal Science**, 2005. 83:2789-2797 .<http://jas.fass.org/cgi/content/full/83/12/2789>.

Bem-estar em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

CAPÍTULO 4

Bem-estar em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

RESUMO

LEITE, S. C. B. **Bem-estar em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.** Ceará, 2009. p.131-149, Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará.

O ensaio foi realizado no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de avaliar o bem-estar em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja enriquecidas com caseína + lactose. O experimento teve a duração de 42 dias, sendo dividido em duas fases experimentais, a saber: fase 1 (21-42 dias) e fase 2 (42 a 63 dias). Foram utilizados 40 animais de linhagem comercial, desmamados com 21 dias de idade, apresentando um peso médio de 4,76kg. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições, apresentando 2 animais por repetição. Foi realizado um desdobramento fatorial 2X2, sendo 2 alimentos energéticos (milho e sorgo) e 2 alimentos lácteos (leite desnatado em pó e caseína + lactose). A comparação entre as médias foi realizada pelo teste de Duncan a 5%. Para a ocorrência de diarreia foi utilizado o método dos quadrados mínimos pelo procedimento ANOVA. As dietas experimentais foram isoenergéticas, isoprotéicas e isoaminoacídicas para lisina e met+cis. Na fase 1 foi utilizado 21 % de PB e 3350 kcal de EM / kg. e na fase 2, 18,5 % de PB e 3250kcal de EM / kg. As dietas experimentais foram em número de 4 por fase, da seguinte forma: T1 (milho +LDP), T2 (milho+caseína +lactose), T3 (sorgo+LDP) e T4

(sorgo+caseína+lactose). Foi concluído que a substituição do milho pelo sorgo granífero e a inclusão da lactose + caseína foi viável com relação à ocorrência de diarreia. Os tratamentos não influenciariam significativamente os níveis do cortisol sanguíneo. Na fase 2 do experimento, interações significativas foram observadas ($P < 0,05$) entre os fatores, para o nível de cortisol sanguíneo.

PALAVRAS CHAVES: caseína – lactose, cortisol, diarreia, dieta, leitões desmamados, sorgo.

ABSTRACT

LEITE, S.C.B. **The well-being in weaned pigs submitted to diets based in sorghum-soybean meal, enriched with isolated casein + lactose.** (Bem-estar animal em leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas). Ceará, 2009. p.131-149, Thesis (Doctoral degree in Animal Science), Federal University of Ceará. Ceará.

The research was developed in the Division of Swine Production, Department of Animal Science, Agricultural Science Center, Federal University of Ceará, with the objective of evaluating the well-being in piglets submitted to diets containing sorghum-soybean meal and isolated casein+lactose. The assay had the duration of 42 days and it was divided in two phases: 1 (21-42 days of age) and 2 (42-63 days of age) during the nursery period. The experiment used a total of 40 piglets of a commercial line, weaned at 21 days of age (average weight of 4,76 kg). The experiment followed a randomized blocks design, with 4 treatments, 5 repetitions and 2 animals per repetition, unfolded in a factorial 2 x 2 design, composed by two energetic feeds (corn and sorghum) and two milk products (dried skim milk and casein + lactose). Mean values were compared through the Duncan's tests 5%. For the occurrence diarrhea was used Least Square Means method – ANOVA. The diets were isoenergetics, isoproteics and isonutritives for lysine and methionine + cystine. In phase 1, a level of 21% crude protein (CP) and 3350 kcal ME was used and in phase 2, a level of 18,5 % crude protein (CP) and 3250 kcal ME was used. The experimental diets were in number of 4 for phase: T 1 (corn+ dried skim milk), T 2 (corn + casein + lactose), T 3 (sorghum + dried skim milk) and T 4 (sorghum + casein + lactose). It was concluded that the substitution of corn for sorghum and the inclusion the casein + lactose is satisfactory in relation the occurrence diarrhea. The treatments no influenced significantly the cortisol level. In phase 2, significant interaction was observed among the factors, for cortisol level.

KEY WORDS: animal well-being, casein + lactose, diets, sorghum, weaned pigs.

4.1 - INTRODUÇÃO

A questão do bem-estar animal está cada vez mais presente na consciência pública dos países desenvolvidos, ao mesmo tempo em que aumenta a demanda por maior segurança alimentar e outras mudanças de preferências, além daquelas relacionadas ao preço do produto.

O conceito de bem-estar animal foi estabelecido prioritariamente dentro de parâmetros de natureza muito ampla e de aspectos pouco científicos, portanto, de difícil aceitação por países produtores. Países escandinavos (Suécia e Dinamarca), seguidos pela França foram os primeiros a adotar conceitos mais pragmáticos de bem-estar e delinear as normas para criação de animais (NAAS, 2003). Hoje, os países escandinavos (Suécia, Dinamarca e Noruega), Alemanha e Holanda apresentam uma legislação mais rígida a respeito do bem-estar animal.

Dentre os pontos importantes para a definição do bem-estar animal estão as cinco liberdades: liberdade psicológica (de não sentir medo, ansiedade e estresse), liberdade comportamental (de expressar o seu comportamento normal), liberdade fisiológica (de não sentir sede ou fome), liberdade sanitária (de não estar exposto a doenças ou a dor) e liberdade ambiental (de viver em ambientes adequados, com conforto). Ainda é universalmente aceita como medida de bem-estar animal, a sua saúde física. Entretanto, questiona-se se essa medida seria suficiente (MOLENTO, 2005).

O bem-estar animal tem sido definido de várias formas por diversos autores. De acordo com HURNIK (1992), o bem-estar pode ser definido como um estado de harmonia entre o animal e o seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas, com alta qualidade de vida para o animal. Já para BROOM (1991), o bem-estar se refere ao estado de um indivíduo em relação ao seu ambiente.

A ausência de bem-estar nos animais criados para a produção de carne pode resultar em um produto de qualidade inferior e de baixo valor comercial. No caso dos suínos pode haver uma maior incidência de carne com PSE (pálida,

mole e exsudativa), DFD (escura, dura e seca) e com menor tempo de vida de prateleira (ENCARNAÇÃO, 1989).

Na atualidade, existem novos desafios para a produção animal, além de buscar melhor produtividade e aumento na qualidade do produto, deve-se também considerar que há uma demanda por sistemas de produção que não agridam o ambiente e assegurem que o bem-estar dos animais não será comprometido. Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada para avaliar o bem-estar dos animais submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com lactose e caseína.

4.2 - MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 – Localização e duração do experimento

O experimento foi realizado no galpão experimental do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA/UFC), situado no Campus do Pici em Fortaleza-CE.

O período experimental foi iniciado no dia 13 de outubro e concluído no dia 26 de novembro de 2006.

4.2.2 – Instalações e equipamentos

O ensaio de campo foi realizado no galpão experimental do Setor de Suinocultura. O galpão continha 32 baias, no entanto só foram utilizadas no experimento 20 delas.

A área física de cada baia era de 1,5 m de largura e 3,0m de comprimento. Dentro de cada baia havia um bebedouro tipo chupeta e um comedouro de alvenaria.

4.2.3 – Animais experimentais

No ensaio de campo foram utilizados 40 leitões machos e castrados de linhagem comercial (Dalland X Agroceres). Recebidos com 21 dias de idade, pesando em média 4,76 kg, após o desmame.

4.2.4 – Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas com o auxílio do programa linear “Sistema de Formulação de Rações de Custo Mínimo” (TD SOFTWARE SUPER CRAC, 2002). As dietas do ensaio foram isoprotéicas, isoenergéticas,

isocalcíticas, isosódicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas para lisina e metionina+cistina.

Para a fase 1 (21 a 42 dias) os níveis utilizados foram: 21 % de PB e 3350 kcal de EM / kg. Já para a segunda fase, as dietas foram formuladas com os seguintes níveis: 18,5 % de PB e 3250kcal de EM / kg , de acordo com ROSTAGNO et al. (2005).

As dietas experimentais adotadas foram as seguintes:

Fase 1 de 21 a 42 dias:

- T1 - DB * + milho + 15 % de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (7% de lactose + 5% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 15% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (7% de lactose + 5% de caseína).

Fase 2 de 42 a 63 dias:

- T1 - DB + milho + 10% de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (5% de lactose + 3% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 10% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (5% de lactose + 3% de caseína).

* DB : dieta basal.

4.2.5 – Planejamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos, 5 repetições e 2 animais por repetição. O peso inicial dos leitões foi utilizado como critério para a formação dos blocos.

Os dados médios do cortisol sanguíneo foram analisados pelo Programa Statistical Analysis System (SAS, 1999). A comparação entre as médias foi realizada através do teste de Duncan (Sampaio, 2002), para um $\alpha = 0,05$.

Para a ocorrência de diarreia, na análise estatística dos dados foi utilizado método dos quadrados mínimos, pelo procedimento ANOVA (SAS, 1999).

4.2.6 – Procedimentos adotados

Os leitões foram desmamados e levados para o galpão experimental do Setor de Suinocultura da UFC, onde foram pesados individualmente, brincados e distribuídos nas baias, conforme o sorteio dos blocos. As baias foram divididas em 5 blocos, aleatoriamente distribuídos, contendo 4 tratamentos, que também foram sorteados.

As dietas foram pesadas e colocadas nos baldes correspondentes, devidamente identificados com o tratamento e repetição, e esses dados foram anotados para análise posterior. Semanalmente, após a pesagem dos animais e do conteúdo dos baldes, os mesmos eram completados, para suprir o consumo da semana seguinte. Os leitões tiveram livre acesso à água e a ração em todo o período experimental.

4.2.6.1 - Procedimento experimental para a ocorrência de diarreia

A ocorrência de diarreia foi verificada apenas na fase 1 do experimento e teve a duração de 21 dias. Os animais foram observados individualmente, pelo mesmo observador e sempre no mesmo horário. A avaliação consistia em observar por aproximadamente 10 minutos cada animal, anotando os que apresentavam diarreia, de acordo com o número de identificação contido no brinco.

Considerou-se diarreia quando as fezes estavam de amolecidas (pastosas) a líquidas (MORES et al., 1990; BERTO, 1993a).

4.2.6.2 - Procedimento experimental para a concentração sangüínea de cortisol

Ao final de cada fase experimental foram coletadas amostras de sangue (10 ml) de 20 animais previamente sorteados. Essas amostras foram processadas no Laboratório de Fisiologia Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, onde foram centrifugadas a 3000 rpm, em centrífuga refrigerada a 10 °C, a fim de separar o plasma dos glóbulos sangüíneos (MIYADA et al., 1997).

As 40 amostras das duas fases experimentais foram acondicionadas em eppendorfs, identificadas e congeladas a – 20 °C até o seu processamento no Laboratório Central do Hospital Universitário Valter Cantídio.

Para dosagem do cortisol nas amostras foi utilizado o Kit Immulite 1000 (Figura 4.1). Esse teste consiste em um imunoensaio competitivo de fase sólida, de enzimas quimioluminescentes, sendo utilizado para medição quantitativa do cortisol.

A determinação do cortisol nas amostras foi realizada com o auxílio de um aparelho de imunoensaio quimioluminescente, apropriado ao Kit IMMULITE 1000 (Figura 4.2). A dosagem foi feita em duplicata e a média retirada dos dados obtidos. De acordo com o fabricante do Kit, os valores aceitáveis para o cortisol sangüíneo, no período da manhã, estão entre 5-25 µg/dL de sangue.

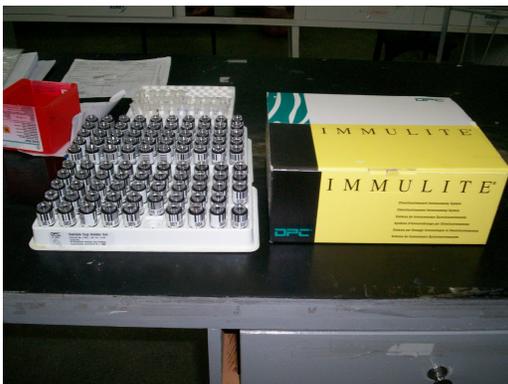


Figura. 4.1 – Kit para dosagem de cortisol.



Figura 4. 2 – Aparelho IMMULITE para imunoensaio quimioluminescente.

4.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 – Ocorrência de diarreia

Os resultados referentes à ocorrência de diarreia dos leitões submetidos às dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, durante a fase 1 (21-42 dias) do período experimental, encontram-se na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Ocorrência de diarreia, por alimento energético e, por alimento lácteo, na fase 1 (21-42 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Ocorrência de diarreia (%)
Milho	16,00 ± 0,11 a
Sorgo	13,00 ± 0,11 a
Alimento Lácteo	
Leite desnatado em pó	15,00 ± 0,11 a
Caseína + Lactose	14,00 ± 0,11 a

Letras iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Analisando-se o efeito isolado do alimento energético, independente do alimento lácteo (Tabela 4.1) na primeira fase do período experimental, verificou-se que não houve diferenças estatísticas ($P > 0,05$) entre os tratamentos.

Avaliando-se o efeito isolado do Alimento lácteo, independente do alimento energético (Tabela 4.1), observou-se que as médias para ocorrência de diarreia, nesse período, foram estatisticamente semelhantes.

A maior incidência de diarreia foi observada nos 7 primeiros dias do experimento, após esse primeiro momento, os animais foram se adaptando as novas dietas e o quadro diarréico foi suspenso. Resultados semelhantes a esses foram relatados por HAMPSON (1994), EBERT et al. (2005) e PINHEIRO (2005).

Ao contrário, BARNETT et al. (1989) e VAN der PEETSCHWERING e BINNENDIJK (1995) e observaram maior incidência de diarreia nos primeiros 14 dias pós-desmame.

SCANDOLERA et al. (2008) avaliaram a ocorrência de diarreia pós-desmame em leitões submetidos a dietas com leite em pó integral, hidrolisado protéico de levedura, proteína isolada de soja e hidrolisado protéico de mucosa intestinal de suíno. Todos os tratamentos apresentaram diarreia, no entanto, a dieta com 15% de leite em pó integral apresentou significativamente maior incidência de diarreia nos períodos observados. Esses resultados foram contrários aos dessa pesquisa.

Avaliando a ocorrência de diarreia em leitões desmamados ETHERIDGE et al. (1984a) utilizaram 3 dietas: T1 (farelo de soja + leite desnatado em pó), T2 (caseína + leite desnatado em pó + aveia) e T3 (leite de porca). Os animais submetidos ao T1 apresentaram o pior desempenho. Entre os tratamentos, somente o T1 apresentou animais com diarreia. Os animais submetidos ao tratamento com caseína não apresentaram quadros diarreicos.

BERTOL et al. (2000a) avaliaram a ocorrência de diarreia em leitões submetidos a dietas com 4 níveis de inclusão de lactose (0,7,14,21 %) e 5% de caseína. De acordo com os autores não houve diferenças significativas entre os tratamentos, sobre a incidência e a duração da diarreia. Esses resultados corroboram os encontrados nesse ensaio.

BERTOL et al. (1996) relataram que a lactose é um substrato específico para os lactobacilos, regulando a microbiota entérica e promovendo uma melhora no ambiente intestinal prevenindo a diarreia.

Por outro lado, BERTOL et al. (2001) substituíram 50% do farelo de soja, por soja integral extrusada (SIE), proteína texturizada de soja (PTS) e proteína concentrada de soja (PCS) em dietas para leitões desmamados. As dietas continham as mesmas quantidades de soro de leite em pó (10%) e lactose (14%). A ocorrência de diarreia não foi afetada significativamente pelos tratamentos. Esses dados coincidem com os encontrados nessa pesquisa.

4.3.2 – Concentração sanguínea de cortisol

Os resultados referentes a concentração sanguínea de cortisol dos leitões submetidos às dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, ao final das fases 1 (42 dias) e 2 (63 dias) do experimento, encontram-se na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Concentração sanguínea de cortisol ($\mu\text{g/dl}$), por alimento energético e, por alimento lácteo, nas fases 1 (21-42 dias de idade) e 2 (42-63 dias de idade), em leitões desmamados, submetidos às dietas experimentais.

Alimento energético	Fase 1	Fase 2
Milho	3,70 \pm 2,60 a	8,19 \pm 3,36 a
Sorgo	4,81 \pm 2,45 a	9,31 \pm 4,37 a

Alimento Lácteo		
Leite desnatado em pó	3,60 \pm 2,02 a	8,00 \pm 2,39 a
Caseína + Lactose	4,91 \pm 2,90 a	9,49 \pm 4,90 a

Letras iguais nas colunas não diferiram significativamente pelo teste de Duncan a 5%

Analisando o efeito isolado do alimento energético, independente do produto lácteo (Tabela 4.2), ao final das fases 1 e 2 do período experimental, observou-se que as médias do cortisol sanguíneo não foram influenciadas significativamente ($P > 0,05$) pelos tratamentos.

Examinando o efeito isolado do alimento lácteo, independente do alimento energético (Tabela 4.2), observou-se que ao final das fases 1 e 2 do experimento, as médias do cortisol sanguíneo foram estatisticamente semelhantes ($P > 0,05$).

Constata-se no presente estudo, que os valores de cortisol sangüíneo apresentaram uma tendência crescente com a idade independente das dietas pesquisadas.

De acordo com a IMMULITE (2005), os valores de referência para os níveis de cortisol sangüíneo no horário da manhã estão entre 5-25 µg/dl. Portanto, os valores encontrados nas duas fases desse experimento estão dentro dos valores normais aceitáveis. Para TONIOLLO et al. (1997) os valores normais do cortisol sangüíneo para suínos estão entre 3,5 e 8,0 µg/dl. Esses valores são muito parecidos aos encontrados nessa pesquisa.

4.3.3 – Efeito das interações entre os dois fatores estudados sobre os diferentes parâmetros

Os resultados das interações entre os alimentos energéticos e os alimentos lácteos, sobre a concentração de cortisol sangüíneo e a ocorrência de diarreia em leitões submetidos às dietas experimentais, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42-63 dias), encontram-se na Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Comportamento das interações entre os alimentos energéticos e os alimentos lácteos sobre os indicadores do bem-estar de leitões desmamados, nas fases 1 (21-42 dias) e 2 (42 - 63 dias).

Parâmetros	Significância (AE x AL)	
	Fase 1	Fase 2
Cortisol sangüíneo	NS	S
Ocorrência de diarreia	NS	-

AE – Alimento energético; AL – Alimento lácteo.

Verifica-se na Tabela 4.3 que, houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os alimentos energéticos e os alimentos lácteos, para o nível de cortisol sangüíneo na fase 2. Sendo que o sorgo foi o fator responsável pela significância da interação ($P < 0,0376$).

Não foi constatada no presente estudo, interação significativa ($P > 0,05$) entre os alimentos energéticos e os alimentos lácteos para a ocorrência de diarreia na fase 1 (21-42 dias) do experimento.

4.4 – CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, a substituição integral do milho pelo sorgo, nas dietas pós-desmame de leitões foi viável com relação à ocorrência de diarreia.

De forma semelhante, a substituição do leite desnatado em pó pela associação caseína + lactose foi viável em relação à ocorrência de diarreia.

A completa substituição do milho pelo sorgo e a utilização da caseína + lactose em substituição ao leite desnatado em pó, em dietas para leitões desmamados é satisfatória com relação aos níveis de cortisol nas fases 1 e 2.

O efeito da interação dos fatores cereal energético X suplemento lácteo sobre o bem estar animal, foi significativo ($P < 0,05$) para o nível de cortisol sanguíneo, apenas para a fase 2 do período experimental.

4.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEE, G. L. e TOUCHETTE, K. J. Efectos de la nutrición sobre la salud intestinal y el crecimiento de los lechones. In: Curso de Especialización, 15. Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación para el Desarrollo de la Nutrición Animal. (FEDNA), Madrid. p.127-143. 1999.

BARNETT, K. L., KORNEGAY, E. T., RISLEY, C. R. et al. Characterization of creep consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, p.2698-2708, 1989.

BERTO, D. A. Estudo do ganho de peso compensatório em suínos recebendo no período inicial diferentes tipos de dieta e sistemas de alimentação. Jaboticabal, 1993a. 131p. **Tese** (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 1993a.

BERTOL, T. M., SANTOS FILHO, J. I. e BONETT, L. Soro de leite integral na alimentação na alimentação dos suínos. **Suinocultura Dinâmica**, ano V, n.17, 1996.

BERTOL, T.M.; SANTOS FILHO, J.I.; LUDKE, J.V. Níveis de suplementação com lactose da dieta de leitões desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p. 1387-1393, 2000a.

BERTOL, T. M., MORES, N. LUDKE, J. V. e FRANKE, M. R. Proteínas da soja processadas de diferentes modos em dietas para desmame de leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.1, p.150-157. 2001.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas - Revisão. **Archives of Veterinary Science** v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

EBERT, A.R.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. Desempenho e digestibilidade de leitões recém desmamados recebendo grãos de arroz, milho ou farinha de trigo escura. **Arch. Latino am. Prod. Anim.**. Vol. 13 (2): 43-50, 2005.

ENCARNAÇÃO, R. O. Estresse e produção animal. IN: Anais do Ciclo internacional de palestras sobre bioclimatologia animal, v. 1, p 111-129, **Anais...**, Jaboticabal, FUNEP, 1989.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; WYATT, R.D. The effect of dietary soybean meal on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 12, p. 1396-1402, 1984a.

HAMPSON, D. J. Postweaning *Escherichia coli* diarrhea in pigs. In: GYLES, G. L. (ed.) *Escherichia coli* in Domestic Animals and Humans. p. 171–191. **CAB International**, Wallingford, UK. 1994.

HURNIK, J. F. Behaviour (Chapter 13). In : PHILLIPS, C.; PIGGINS, D. (Eds.). *Farm animals and the environment*. Wallingford : **CAB International**, 1992. pp. 235-244.

IMMULITE 1000 – Diagnostic Products Corporation, Los Angeles, 2005.

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n.1, p. 1-11, 2005.

MIYADA, V. S., LAVORENTI, A., PACKER, I. U. e MENTEN, J. F. M. A levedura seca como fonte de proteína para leitões em recria (10 aos 28 kg PV). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.2, p.316-326. 1997.

MORES, N., MARQUES, J. L. L., SOBESTIANSKY, J., OLIVEIRA, A. e COELHO, L. S. S. Influência do nível protéico e/ou da acidificação da dieta sobre a diarréia pós-desmame em leitões, causada por *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.10, n.3/4, p.85-88, 1990.

NAAS, I.A.; MIRAGLIOTA, M.Y.; ALENCAR, M.C.B.; BARACHO, M.S. Novos conceitos de ambiente visando o bem-estar das aves e do trabalhador. IN: Anais da Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, v.1p.179-187, Campinas, 2003.

PINHEIRO, F.M.L. Estudo sobre fontes de proteína de origem animal e vegetal em dietas para leitões no período de creche. **Tese** (Doutorado em nutrição animal), Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 333 p. 2005.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.2 ed. Viçosa :UFV. 186 p. 2005.

SAS INSTITUTE – Statistical Analysis System Institute. **SAS user's guide: statistics**. Version 6.12, Cary: 1999.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2 ed. Belo Horizonte: Fundação de estudo e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia, 2002.

SCANDOLERA, A.J.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; BUDINÕ, E.L.; FRAGA, A.L.; HUAYNATE, R.A.R.; RUIZ, U.S.; CRISTIANI, J. Hidrolisados protéicos de mucosa intestinal, levedura e proteína isolada de soja em dietas com leite em pó integral para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p. 653-659, 2008.

TD SOFTWARE SUPER CRAC. **Cálculo de Ração de Custo Mínimo**, versão 2.0, Copyright, 2002.

TONIOLLO, G.H.; VICENTE, W.R.R.; OLIVEIRA, C.A.; MALHEIROS, E.B.; CARVALHO, L.F.O.S. Níveis séricos de cortisol e 17- β estradiol durante o ciclo estral em marrãs. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, 49(3):297-307, 1997. <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=264490&indexSearch=ID>

VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C. e BINNENDIJK, G. P. **Research Report**. Applied research in pig husbandry. Rosmalen. Holanda. p.137. 1995. In: BORJA, E. Avanços na alimentação do suíno. Leitões e animais de engorda. Curso de Especialización, 14. Avances en nutrición y alimentación animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). Madrid, p.261-291.1998.

CAPÍTULO 5

Análise econômica da produção de leitões em período de creche, submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

CAPÍTULO 5

Análise econômica da produção de leitões em período de creche submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas

RESUMO

LEITE, S. C. B. **Análise econômica da produção de leitões em período de creche submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas.** Ceará, 2009. p.150-168, Tese (Doutorado em zootecnia). Universidade Federal do Ceará.

O ensaio foi realizado no Setor de Suinocultura do Centro de Ciências Agrárias do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, com o objetivo de avaliar economicamente a produção de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja enriquecidas com caseína + lactose isoladas. O experimento teve a duração de 42 dias, sendo dividido em duas fases experimentais, a saber: fase 1(21-42 dias) e fase 2 (42 a 63 dias). Foram utilizados 40 animais de linhagem comercial, desmamados com idade aproximada de 21 dias, apresentando um peso médio de 4,76kg. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos e 5 repetições, apresentando 2 animais por repetição. Foi realizado um desdobramento fatorial 2 X 2, sendo 2 alimentos energéticos (milho e sorgo) e 2 alimentos lácteos (leite desnatado em pó e caseína + lactose). As dietas experimentais foram isonutrientes para energia, proteína, lisina e met+cis. As dietas experimentais foram em número de 4 por fase, da seguinte forma: T1 (milho + LDP), T2 (milho + caseína + lactose), T3 (sorgo + LDP) e T4 (sorgo + caseína+ lactose). A melhor resposta econômica para a produção de leitões no período de creche foi obtida com a dieta contendo sorgo + caseína + lactose (T4).

PALAVRAS CHAVES: análise econômica, caseína + lactose, dietas, leitões desmamados, sorgo.

ABSTRACT

LEITE, S.C.B. **Economical analysis of the production of weaned pigs submitted to diets based in sorghum-soybean meal, enriched with isolated casein + lactose.** (Análise econômica da produção de leitões desmamados submetidos a dietas à base de sorgo-soja, enriquecidas com caseína e lactose isoladas). Ceará, 2009. p.150-168, Thesis (Doctoral degree in Animal Science), Federal University of Ceará. Ceará.

The research was developed in the Division of Swine Production, Department of Animal Science, Agricultural Science Center, Federal University of Ceará, with the objective of evaluating economically, the production of piglets submitted the diets containing sorghum-soybean meal and isolated casein+lactose. The assay had the duration of 42 days and it was divided in two phases 1 (21-42 days of age) and 2 (42-63 days of age) in the nursery period. In experiment was used a total of 40 piglets of commercial line, weaned at 21 days of age (average weight of 4,76 kg). The experiment followed a randomized blocks design, with 4 treatments, 5 repetitions and 2 animals per repetition, unfolded in a factorial 2 x 2 design, composed by two energetic feeds (corn and sorghum) and two milk products (dried skim milk and casein + lactose). The diets were isoenergetics, isoproteics and isonutritives for lysine and methionine + cystine. The experimental diets were in number of 4 for phase: T 1 (corn+ dried skim milk), T 2 (corn + casein + lactose), T 3 (sorghum + dried skim milk) and T 4 (sorghum + casein + lactose). The best economical answer for production of piglets in the nursery period was obtained with the diet containing sorghum + casein + lactose (T4).

KEY WORDS: casein + lactose, diets, production cost, sorghum, weaned pigs.

5.1 - INTRODUÇÃO

O desmame dos leitões com idade de três semanas tem sido normalmente realizado em granjas suinícolas comerciais. Argumenta-se que essa prática contribui para aumentar a produtividade média das matrizes, aumentando o número de leitões por porca/ano, permitindo o uso mais eficiente de instalações.

A alimentação dos leitões desmamados é um dos aspectos mais críticos da sua criação, portanto o programa alimentar adotado nessa fase terá um efeito significativo sobre os rendimentos futuros dos plantéis. As dietas utilizadas devem ser adequadas ao momento crítico, minimizando o estresse causado pelo desmame e proporcionando o desenvolvimento adequado dos animais ao novo ambiente (ROPPA, 1998).

Uma empresa produtora de suínos para ser lucrativa precisa equilibrar a nutrição e a genética com as áreas de suporte, como as instalações, o manejo e os recursos humanos, de modo que os efeitos negativos da produção sejam controlados ou eliminados. Sendo imprescindível um constante trabalho de modernização, adaptação e melhoria da qualidade de todos os fatores citados, através do uso de novas tecnologias (SESTI e SOBESTIANSKY, 1998).

Para a sobrevivência dessas novas tecnologias é necessário que elas apresentem para os produtores, produtividade com baixo custo de produção (SESTI e SOBESTIANSKY, 1998). E que a sua implementação não demande altos investimentos e que possibilite bons índices de produtividade (LEITE et al., 2001). Segundo PILAU et al. (2003), os trabalhos de pesquisa, na maioria das vezes, exploram o potencial biológico do sistema pesquisado, inobservando a sua aplicabilidade econômica. Quando a sua viabilidade econômica é o fator determinante para a sua adoção por parte dos produtores rurais.

Na suinocultura, como na maioria dos empreendimentos do segmento agronegócio, ocorre uma deficiência nas avaliações econômicas da atividade. A análise econômica e os resultados monetários encontrados em cada atividade levam o produtor a conhecer melhor a sua empresa e desta forma, tomar decisões acertadas dentro do segmento (MOURA, 1995). Neste contexto, a

presente pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os aspectos econômicos da produção de leitões desmamados, submetidos a dietas à base de sorgo-soja enriquecidas com caseína e lactose isoladas.

5.2 - MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 – Localização e duração do experimento

O experimento foi conduzido no galpão experimental do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia do CCA-UFC, situado no Campus do Pici, Fortaleza-CE.

O período experimental foi de 42 dias, tendo sido iniciado no dia 13 de outubro e sendo concluído em 26 de outubro de 2006. Esse ensaio foi constituído de duas fases, a saber, fase 1 de 21 a 42 dias e fase 2 de 42 a 63 dias.

5.2.2 – Custo das instalações, equipamentos e mão-de-obra

O galpão experimental foi construído em alvenaria, com 2,5 m de pé direito, coberto com telha de barro e piso de cimento rugoso. O galpão era dividido ao meio por um corredor de alvenaria de 1,0 m de altura. Existiam no galpão 32 baias, essas eram divididas ao meio por uma parede de alvenaria com 1,0 m de altura. Cada baia continha no seu interior um bebedouro tipo chupeta e um comedouro de alvenaria. Por questões de ambiência, as baias das extremidades do galpão não foram aproveitadas no experimento, sendo utilizadas somente 20 delas.

O galpão teve um custo de construção de R\$ 11.970,00, no entanto, as 20 baias utilizadas, representaram proporcionalmente R\$ 7.481,25. Os custos com mão-de-obra foram de R\$ 490,00, sendo R\$ 122,50 por tratamento experimental.

5.2.3 – Animais experimentais

No experimento foram utilizados 40 leitões desmamados (21 dias), machos, da mesma linhagem e procedência com o peso médio de 4,76 kg. O custo com aquisição de leitões foi de R\$ 2050,40, sendo o R\$ 11,00 o custo do kg do leitão vivo.

5.2.4 – Dietas experimentais

Foram utilizadas 4 dietas isoprotéicas e isoenergéticas em cada período experimental, no entanto, as duas fases apresentaram níveis nutricionais diferentes. Os níveis nutricionais utilizados foram: 21 % de PB e 3350 kcal de EM /kg (21 a 42 dias) e 18,5 % de PB e 3250kcal de EM /kg (42-63 dias), de acordo com ROSTAGNO et al. (2005).

Além dos insumos normalmente utilizados, também foram incluídos nas dietas experimentais sorgo, lactose e caseína. As dietas experimentais foram formuladas com o auxílio do programa linear “Sistema de Formulação de Rações de Custo Mínimo” (TD SOFTWARE SUPER CRAC, 2002).

As dietas experimentais adotadas foram as seguintes:

Fase 1 de 21 a 42 dias:

- T1 - DB * + milho + 15 % de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (7% de lactose + 5% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 15% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (7% de lactose + 5% de caseína).

Fase 2 de 42 a 63 dias:

- T1 - DB + milho + 10% de leite desnatado em pó.
- T2 - DB + milho + (5% de lactose + 3% de caseína).
- T3 - DB + sorgo + 10% de leite desnatado em pó.
- T4 - DB + sorgo + (5% de lactose + 3% de caseína).

* DB : dieta basal.

5.2.5 – Planejamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com 4 tratamentos, 5 repetições e 2 animais por repetição. O peso inicial dos leitões foi utilizado como critério para a formação dos blocos.

Foram analisados os parâmetros de custo operacional efetivo, custo operacional total, receita total e margem bruta em relação ao custo operacional efetivo. Os dados das variáveis econômicas não foram submetidos à análise estatística pelo fato de envolverem preços.

5.2.6 – Procedimento experimental

Os leitões desmamados foram recebidos, pesados individualmente e alojados em 5 blocos aleatoriamente sorteados. Cada bloco continha 4 tratamentos que foram sorteados da mesma forma. Cada bloco correspondia a uma repetição, sendo que nestas, os animais foram distribuídos pelo peso, de forma decrescente, isto é, dos animais mais pesados para os animais mais leves.

Em cada baia foi colocado um balde devidamente identificado com o número do box, o tratamento e a repetição correspondente. No momento do alojamento, as rações foram pesadas e colocadas nos baldes correspondentes. Semanalmente, eles eram novamente pesados e reabastecidos.

Durante todo o experimento, os leitões consumiram livremente água e ração esta última foi colocada em cada comedouro em pequenas quantidades, seis vezes ao dia, para evitar que a mesma fermentasse e também evitar o seu desperdício.

Semanalmente, os leitões e os baldes com ração foram pesados individualmente, e os dados anotados para análise posterior.

5.2.7 – Coleta e cálculo dos dados experimentais

↗ Ganho de peso médio diário

O peso de cada animal foi coletado semanalmente, e a partir dele foi calculado o ganho de peso médio diário (GPMD) sendo obtido pela diferença média entre o peso final e o peso inicial no período, dividido pelo número de dias de cada fase.

↗ Consumo de ração médio diário

O consumo de ração médio diário (CRMD) foi calculado dividindo-se o consumo de ração total da baia, pelo número de animais nela contidos e pelos dias de consumo do período.

↗ Conversão alimentar

A conversão alimentar foi calculada a partir dos dados obtidos com o ganho de peso e consumo, através da relação entre o CRMD e o GPMD do período correspondente.

5.2.8 – Determinação dos custos

As empresas que trabalham com venda de leitões desmamados, normalmente, cobram um preço alto pelo kg do animal vivo. Essas empresas justificam o preço cobrado, pelos altos custos com as matrizes na gestação e lactação e pelos cuidados com os leitões na maternidade. Nesse experimento o quilograma (kg) do leitão desmamado foi de R\$ 11,00.

O preço de venda do leitão terminado no período do ensaio era de R\$ 4,00/kg. Esse valor é substancialmente inferior ao preço de aquisição dos animais, no entanto, essa diferença é normalmente compensada, por ocasião da

venda dos animais com 100 kg de peso vivo. Desta forma, o valor empregado na aquisição dos animais se dilui ao longo da fase de crescimento e terminação.

5.2.8.1 – Custos de produção

Nesta pesquisa utilizou-se a mesma composição de custos observada no Sistema Integrado de Custos Agropecuários (CUSTAGRI), desenvolvido pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA), em parceria com o Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para Agricultura (CNPTIA/EMBRAPA), para a determinação dos Custos Operacionais.

5.2.8.2 – Custo operacional efetivo (COE)

São despesas efetivamente desembolsadas para gerar determinada quantidade de um produto. O COE é composto por despesas com mão-de-obra e insumos utilizados no processo de produção.

$$\text{COE} = \text{MO} + \text{I}$$

Onde:

- **COE** = custo operacional efetivo (R\$).
- **MO** = mão-de-obra (R\$) – calculada pelo número de dias do experimento X valor da diária (R\$).
- **I** = Despesas com insumos (R\$) – custos dos animais + (custo médio da ração (R\$) X a quantidade de ração consumida)

5.2.8.3 – Custo operacional total

Corresponde ao custo do produtor para produzir e para repor as máquinas e equipamentos, de modo a dar continuidade à produção em médio prazo. O custo operacional total (COT) é composto pelo somatório do custo operacional efetivo (COE) com outros custos operacionais.

$$\text{COT} = \text{COE} + \text{E}$$

Onde:

- **COT** = custo operacional total (R\$).
- **COE** = custo operacional efetivo (R\$).
- **E** = outros custos operacionais.

Como custos operacionais foram computados a depreciação dos equipamentos, a manutenção, os encargos financeiros e outras despesas operacionais. A depreciação foi estimada em 5% do valor das instalações e equipamentos usados no ensaio. A manutenção corresponde a um percentual do valor para máquinas novas, implementos e equipamentos agrícolas, sendo utilizada a alíquota de 2% ao ano (TURRA, 1990). Os encargos financeiros foram estimados em um percentual de 6% sobre o custo operacional efetivo (CARVALHO, 2000).

5.2.8.4 – Receita total

Representa o valor monetário obtido com a venda da produção. Foi calculada através do peso médio final dos animais de um tratamento e o preço de venda do kg de peso vivo.

$$\text{RT} = \text{Pm} + \text{Pv}$$

Onde:

- **RT** = receita total (R\$).
- **Pm** = Peso médio dos animais de um tratamento (kg)
- **Pv** = preço de venda do kg de animal vivo.
-

5.2.8.5 – Margem bruta

A margem bruta é calculada subtraindo-se da Renda Total (RT) o Custo Operacional Efetivo (COE). Para CARVALHO (2000) a Margem Bruta representa a lucratividade da atividade em curto prazo, mostrando suas condições econômicas e operacionais.

$$\mathbf{MB = RT - COE}$$

Onde:

- **MB** = margem bruta (R\$).
- **RT** = renda total (R\$).
- **COE** = custo operacional efetivo (R\$).

5.2.8.6 - Margem bruta percentual

A margem bruta percentual (MBP) representa o percentual de recursos que sobra após o produtor pagar o custo operacional efetivo (COE), considerando o preço unitário de venda do produto e sua produção, sendo calculada da seguinte forma:

$$\text{MBP} = \left(\frac{\text{RB} - \text{COE}}{\text{COE}} \right) \times 100$$

5.2.8.7 - Margem Líquida

A margem líquida (ML) é calculada subtraindo-se da Renda bruta o Custo operacional, da seguinte forma:

$$\text{ML} = \text{RB} - \text{COT}$$

5.2.8.8 – Margem líquida percentual

A margem líquida percentual (MLP) indica a sobra de caixa para cobrir os demais custos fixos e o risco, não computados na presente análise.

$$\text{MLP} = \left(\frac{\text{RB} - \text{COT}}{\text{COT}} \right) \times 100$$

5.2.8.9 – Ponto de nivelamento de rendimento

O ponto de nivelamento de rendimento (PNR) permite calcular quantas unidades do produto são necessárias para cobrir os custos operacionais totais, dado o preço unitário de venda do produto. Calcula-se pela seguinte fórmula:

$$\text{PNR} = \frac{\text{COT}}{\text{Py}}$$

Onde:

- **PNR** = ponte de nivelamento de rendimento (R\$)
- **COT** = custo operacional (R\$)
- **Py** = preço unitário de venda do produto (R\$/animal)

5.2.8.10 – Índice de lucratividade

O índice de lucratividade (IL) indica o percentual disponível de renda da atividade após o pagamento do custo operacional total.

$$\text{IL} = \left(\frac{\text{ML}}{\text{RB}} \right) \times 100$$

5.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.

Os resultados referentes à análise econômica dos leitões desmamados submetidos às dietas contendo dois alimentos energéticos e dois alimentos lácteos, durante o período experimental (21-63 dias), encontram-se na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Análise econômica da produção de leitões em período de creche (21-63 dias de idade), submetidos às dietas experimentais.

TRATAMENTO	Ração (R\$)	COE (R\$)	COT (R\$)	RB (R\$)	MB (R\$)	MBP (%)	PNR	IL (%)
T1 (M+LDP)	2,48	751,11	848,78	1073,6	322,49	42,94	7,90	20,94
T2 (M+C+L)	1,76	701,95	794,21	1014,0	312,05	44,45	7,83	21,67
T3 (S+LDP)	2,47	744,90	841,89	1054,0	309,10	41,49	7,98	20,12
T4 (S+C+L)	1,76	669,64	758,35	1022,8	353,16	52,74	7,41	25,85
TOTAL		2867,60	3243,23	4164,4	1296,8			

M+LDP - milho+leite desnatado em pó; M+C+L-milho+caseína+lactose; S+LDP- sorgo+leite desnatado em pó; S+C+L- sorgo+caseína+lactose.

Custo Operacional Efetivo (COE), Custo Operacional Total (COT), Receita Bruta (RB), Margem Bruta (MB), Margem Percentual Bruta (MPB), Ponto de Nivelamento do Rendimento (PNR) e Índice de Lucratividade (IL).

A margem bruta apresentou valores aproximados para o T2 (milho+caseína+lactose) e para o T3 (sorgo+leite desnatado em pó), no entanto o melhor valor de margem bruta foi encontrado no T4 (sorgo+caseína+lactose), seguido do T1(milho+leite desnatado em pó). Conforme a definição de margem bruta em relação ao custo operacional efetivo, os tratamentos T4 e T1 foram economicamente os resultados mais vantajosos.

A margem bruta percentual apresentou valores aproximados para os tratamentos T1 (milho+leite desnatado em pó), T2 (milho+caseína+lactose) e T3 (sorgo+leite desnatado em pó). Entretanto, o melhor valor para MBP foi encontrado no T4 (sorgo+caseína+lactose). De acordo com a definição da

margem bruta percentual em relação ao custo operacional efetivo o T4 apresentou o resultado mais vantajoso economicamente.

O índice de lucratividade apresentou valores aproximados nos tratamentos T1 (M+LDP), T2 (M+C+L) e T3 (S+LDP). Entretanto, o melhor valor para o índice de lucratividade (IL) foi encontrado no T4 (S+C+L) e o pior resultado no T3 (S+LDP). De acordo com a definição de MARTIN (1998) para o IL, verifica-se que o T4 apresentou resultado mais vantajoso.

O ponto de nivelamento do rendimento em relação ao custo operacional total (COT) mostrou os maiores valores para o tratamento T3 (S+LDP) seguido do T1 (M+LDP). Esses dados indicam que são necessários índices de produtividade melhores nos tratamentos mencionados, para pagar os custos operacionais totais. Já os tratamentos T4 (S+C+L) e T2 (M+C+L) ambos contendo caseína e lactose, apresentaram os melhores resultados para o ponto de nivelamento, sendo o T4 o mais vantajoso. De acordo com FREITAS et al. (2004), os indicadores do ponto de nivelamento (COT e preço unitário de venda do produto) permitem calcular quanto custa a produção em kg do produto e quantos kg do produto estão sobrando ou faltando, para remunerar os demais custos de produção. Nesse estudo, o preço de venda do kg de leitão vivo foi fixo, variando o custo operacional das dietas consumidas pelos leitões.

Considerando os índices econômicos citados acima, vale a pena ressaltar que o menor custo operacional efetivo foi o do tratamento 4 (S+C+L), apresentando maior margem bruta e bruta percentual, com o melhor índice de lucratividade(IL).

Tecnicamente o sorgo pode substituir o milho em até 100% nas rações de suínos (FIALHO et al. 1998), sem prejudicar o desempenho dos animais. Considerando essa afirmação, os valores apresentados com relação ao T4 (sorgo+caseína+lactose) e o custo das dietas complexas normalmente utilizadas na fase pós-desmame, o sorgo surge como um alimento alternativo na produção de suínos.

5.4 – CONCLUSÕES

A margem bruta, a margem bruta percentual, o ponto de nivelamento e a melhor resposta econômica para a produção de 1kg de PV foram obtidos com a dieta à base de sorgo-soja, enriquecida com caseína + lactose isoladas (T4).

5.5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, C. A. V. de. Análise econômica da revitalização do algodão no Estado do Ceará. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural), Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 72 p. 2000.

FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F.; OLIVEIRA, V.; KATO, R.K.; ARAÚJO, K.V.; Digestibilidade de nutrientes e desempenho de suínos dos 10 aos 30 kg alimentados com sorgo (BT). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, **Anais...**, Botucatu: SBZ, p.333-335, 1998.

FREITAS, D. G., KHAN, A. S. e SILVA, L. M. R. Nível tecnológico e rentabilidade de produção de mel de abelha (*Apis mellifera*) no Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.42, n.1, 2004.

LEITE, D. M. G., COSTA, O. A. D., VARGAS, G. A., MILLEO, R. D de. S. e SILVA, A da. Análise econômica do sistema intensivo de suínos criados ao ar livre. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.2, p.482-486. 2001.

MARTIN, N. B. et al. Sistema integrado de custos agropecuários – CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.28, n.1, p. 7-28, 1998.

MOURA, A. D. Sistema inteligente de apoio à decisão aplicada ao gerenciamento. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural), Departamento de Economia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Viçosa, 92 p. 1995.

PILAU, A., ROCHA, M. G. da e SANTOS, D. T. dos. Análise econômica de sistemas de produção para recria de bezerras de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.966-976. 2003.

ROPPE, L. Nutrição dos leitões na fase pós-desmame. CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1, Fortaleza, CE. **Anais...**, SNPA:Fortaleza. p.265-271.1998.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos - Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.2 ed. Viçosa :UFV. 186 p. 2005.

SESTI, L. A. e SOBESTIANSKY, J. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Cap. 2:Aspectos da produtividade. Brasília:Embrapa - SPI; Concórdia:Embrapa – CNPSa, p.29-43, 1998.

TD SOFTWARE SUPER CRAC. **Cálculo de Ração de Custo Mínimo**, versão 2.0, Copyright, 2002.

TURRA, F. E. Análise de diferentes métodos de cálculo de custos de produção na agricultura brasileira. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 134 p. 1990.