

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ALIMENTAÇÃO LÍQUIDA ARTIFICIAL PARA LEITÕES DOS 2 AOS 21 DIAS
DE IDADE**

Estudo de fontes de proteínas vegetais e do nível de arginina na dieta

André Ricardo Ebert
Zootecnista (UFSM)
Mestre em Zootecnia (UFRGS)

Tese apresentada como um dos requisitos
à obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

Porto Alegre (RS), Brasil
Maio de 2005

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Capes pela oportunidade.

Aos meu pais, Ari Kriese Ebert e Arlanda Markendorf Ebert, meus irmãos, Solange e Luis, meu cunhado Neri e toda minha família, pelo exemplo e suporte em todas as horas.

Ao professor Alexandre de Mello Kessler, pela orientação, amizade e incentivo.

Ao professor Jack Odle, por me receber na North Carolina State University, pela orientação e amizade e por tornar a experiência no exterior agradável e produtiva.

Aos professores Andréa Machado Leal Ribeiro, Sérgio Luis Vieira Antônio Mário Penz Jr., Robert Harrell e Dr. Lin Xi, pelos ensinamentos e pelo incentivo.

Aos colegas e amigos da UFRGS e NCSU, Simone, Marson, Adam, Luciano, Marian, Lilian, Ralph, Cátia, Lori, Emílio, Pasha, Luis Felipe, Adilson, Oulayvanh, Ione, Germano, Sandro, Rogério, Lauro, Daniel e tantos outros, pela ajuda, coleguismo e amizade, que ficará para sempre.

Ao meu sobrinho Tiago, pela valiosa ajuda no experimento.

À Milk Specialities Co., Cooperativa Languirú LTDA, Nutron Alimentos LTDA e AVIPAL SA, pela colaboração com os experimentos.

ALIMENTAÇÃO LÍQUIDA ARTIFICIAL PARA LEITÕES DOS 2 AOS 21 DIAS DE IDADE: Estudo de Fontes de Proteínas e do Nível de Arginina na Dieta

Autor: André Ricardo Ebert

Orientador: Dr. Alexandre de Mello Kessler

Co-Orientador: Dr. Jack Odle

RESUMO

Leitões neonatos têm sido criados artificialmente com dietas líquidas apresentando desempenho semelhante ou superior ao obtido em criações naturais. Entretanto, o alto custo de dietas à base de derivados lácteos pode inviabilizar a utilização comercial desta tecnologia. Dois experimentos foram realizados para avaliar a substituição de proteínas do leite por proteínas vegetais em dietas líquidas para leitões. No primeiro experimento, foram testadas quatro dietas: SORO) à base de proteína de soro de leite; PVM1 e PVM2), soro substituído em 31 e 62 % por proteína vegetal modificada e PIS) soro substituído em 62 % por proteína isolada de soja. Foram utilizados 66 leitões, com dois dias de idade. Aos 19 dias de idade, os leitões pesaram entre 6,8 e 8,5 kg, sendo que aqueles dos tratamentos PIS e PVM2 apresentaram maior ganho diário de peso (GDP) (391 g/dia) que os leitões do tratamento SORO (291 g/dia). O consumo diário de matéria seca (CDR) e a eficiência alimentar (EA) também foram maiores para PIS e PVM2 do que para SORO. No geral, SORO apresentou maior digestibilidade ileal aparente de aminoácidos, entretanto PVM2 e PIS consumiram mais aminoácidos essenciais digestíveis, especialmente arginina (Arg) e apresentaram carcaças com menos gordura e maior deposição diária de proteína. No segundo experimento foram utilizados 65 leitões de três dias de idade. Destes, 35 leitões permaneceram com a porca e 30 leitões foram criados artificialmente, recebendo uma das cinco dietas experimentais que variaram na fonte de proteína e no nível de Arg: T1) 70 % PIS, 30% soro e 1,80 % Arg; T2) 40 % PIS, 60 % soro e 1,34 Arg; T3) 53% Soro, 47 % Caseína e 0,84% Arg; T4) idem T3 com 1,34 % Arg; T5) idem T3, com 1,84 % Arg. Aos 21 dias de idade, os leitões que consumiram dietas artificiais pesaram 8,8 kg, 2,6 kg a mais do que os leitões permaneceram mamando na porca. Entre os grupos que consumiram dietas artificiais, o T2 apresentou menor GDP e CDR (329 e 282 g/dia) que os demais (402 e 325 g/dia). As digestibilidades da matéria seca, proteína, gordura e energia foram menores nas dietas com inclusão de proteínas vegetais, e esta diferença foi maior quando calculada pelo método do indicador do que no método de coleta total de fezes. Não foi observada diferença na retenção diária de nitrogênio. Na criação artificial de leitões, o GDP foi muito superior ao observado na criação natural. Tanto a PIS quanto PVM demonstraram ser boas alternativas às proteínas lácteas em dietas para leitões neonatos. Em função do alto consumo de dieta, não foi possível testar o efeito dos níveis de arginina.

Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. Maio, 2005.

ARTIFICIAL LIQUID FEEDING FOR PIGLETS FROM 2 TO 21 DAYS OF AGE: Study of Vegetable Protein Sources and Arginine Levels in the Diet

Author: André Ricardo Ebert

Advisor: Dr. Alexandre de Mello Kessler

Co-Adviser: Dr. Jack Odle

Abstract

Neonatal piglets have been raised artificially using liquid diets with similar or better performance than naturally raised piglets. However, the expensive cost of diets based on milk by-products can make this technology cost prohibitive. Two experiments were executed to evaluate the replacement of milk proteins for vegetable proteins in liquid diets for piglets. In the first experiment, four diets were tested: WHEY) based on whey protein; MVP1 e MVP2), whey replaced in 31 and 62 % by a modified vegetable protein and ISP) whey replaced in 62 % by isolated soy protein. 48 2-day-old piglets were placed in cages individually and fed *ad libitum*. At 19 days of age, piglets weighted between 6.8 e 8.5 kg and the treatment ISP and MVP2 presented higher average daily gain (ADG, 391 g/day) than treatment WHEY (291 g/day). Daily dry matter intake (DFI) and feed efficiency (FE) were also higher for ISP and MVP2 than for WHEY diet. In general, WHEY diet showed higher ileal apparent digestibility of amino acids but MVP2 and ISP had higher intake of digestible essential amino acids, especially arginine (Arg) and presented less fat carcasses and higher daily protein deposition. In the second experiment, 30 3-day-old piglets were placed individually and received five diets witch changed in protein source and Arg levels: T1) 70 % ISP, 30% whey and 1,80 % Arg; T2) 40 % ISP, 60 % whey and 1,34 Arg; T3) 53% whey, 47 % casein and 0,84% Arg; T4) idem T3 but 1,34 % Arg; T5) idem T3, but 1,84 % Arg. At 21 days of age, piglets fed artificial diets weighted 8.8 kg, 2.6 kg more than sow fed piglets. Among artificially fed groups, T2 presented lower DWG and DFI (329 and 282 g/day) than other groups (402 e 325 g/day). FE was not affected by treatments. Dry matter, protein, fat and energy digestibilities were lower in vegetable protein based diets and this difference was higher using calculation from marker method than total feces collection method. There was no detected difference in daily nitrogen retention. The DWG achieved with artificial rearing system is much superior than DWG achieved with natural rearing system. Both ISP and MVP showed to be good alternatives to replace milk proteins in artificial liquid diets for neonatal piglets. Because of the high feed intake our experiment failed in testing the effect of arginine level in the diet.

Doctorate Theses in Animal Science – Animal Production, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. May, 2005

SUMÁRIO

1. Capítulo I	página
1.1. Introdução e Revisão Bibliográfica.....	1
1.1.2. Mortalidade e desuniformidade pré-desmame.....	2
1.1.3. Lactação – mecanismos de controle e contradições	5
1.1.4. Dietas líquidas artificiais	15
1.1.5. Composição do leite da porca.....	20
1.1.6. Fontes de proteínas das dietas líquidas artificiais.....	24
1.1.7. Arginina – um aminoácido essencial para leitões jovens	33
1.2. Hipóteses	43
2. Capítulo II - Avaliação de fontes de proteína vegetais em dietas líquidas artificiais fornecidas para leitões dos 2 aos 19 dias de idade	
2.1. Introdução	44
2.2. Material e Métodos.....	45
2.2.1. Local e Época	45
2.2.2. Animais e dietas	46
2.2.3. Abate e coleta de amostras	49
2.2.4. Nitrogênio da uréia no plasma	50
2.2.5. Atividade da enzima Leucina Aminopeptidase.....	51
2.2.6. Morfologia intestinal	51
2.2.7. Análise de composição corporal, aminoácidos e Cobalto.....	52
2.2.8. Delineamento experimental e análise estatística	53
2.3. Resultados	54
2.3.1. Desempenho.....	54
2.3.2. Digestibilidade Ileal aparente da matéria seca e aminoácidos e consumo de aminoácidos digestíveis	56
2.3.3. Consumo diário ajustado para peso corporal.....	59
2.3.4. Composição corporal e composição do ganho de peso	61
2.3.5. pH Gástrico, nitrogênio da uréia no plasma, retenção de nitrogênio e atividade da leucina aminopeptidase	62

2.3.6. Morfologia intestinal	63
2.4. Discussão	65
2.5. Implicações	74
3. Capítulo III - Avaliação da substituição parcial das proteínas lácteas por proteína isolada de soja e do nível de arginina em dietas líquidas para leitões dos 3 aos 21 dias de idade	
3.1. Introdução	76
3.2. Material e métodos	78
3.2.1. Local e época.....	78
3.2.2. Animais e dietas.....	78
3.2.3. Coleta de amostras	83
3.2.4. Análises laboratoriais.....	83
3.2.5. Cálculos de digestibilidade.....	83
3.2.6. Cálculo de variabilidade no peso corporal	84
3.2.6. Análise estatística	84
3.3. Resultados	85
3.3.1. Desempenho – sistemas de alimentação	85
3.3.1. Desempenho – dietas artificiais	87
3.3.3. Digestibilidade.....	89
3.4. Discussão	91
3.5. Conclusões	97
4. Capítulo IV	
4.1. Considerações Gerais.....	99
5. Capítulo V	
Conclusões	106
6. Capítulo VI	
6.1. Referências Bibliográficas.....	107

RELAÇÃO DE TABELAS

	página
Capítulo II	
Tabela 1. Ingredientes das dietas experimentais	48
Tabela 2. Composição das dietas experimentais	49
Tabela 3. Desempenho de leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta	55
Tabela 4. Digestibilidade ileal aparente da matéria seca e aminoácidos em leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta.....	57
Tabela 5. Consumo médio diário de aminoácidos digestíveis de leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta	58
Tabela 6. Consumo diário de matéria seca (MS), Energia Metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) ajustados para peso corporal.....	59
Tabela 7. Consumo diário aminoácidos digestíveis dos 2 aos 19 dias de idade ajustado para peso corporal	60
Tabela 8. Composição corporal (%) e taxa de deposição corporal (g/dia) de proteína, gordura, água e cinzas em leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta	62
Tabela 9. pH do conteúdo gástrico, nitrogênio da uréia no plasma (NUP) e atividade da enzima Leucina aminopeptidase (LAP) em leitões alimentados com diferentes fontes de proteínas na dieta	63
Tabela 10. Altura e área de vilosidades, profundidade de criptas e relação entre altura de vilosidades e profundidade de criptas de três porções do intestino delgado de leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta	64
Capítulo III	
Tabela 1. Ingredientes das dietas experimentais	81
Tabela 2. Composição das dietas experimentais	82
Tabela 3. Peso corporal e ganho diário de peso de leitões criados em sistemas de alimentação artificial ou natural dos 2 aos 21 dias de idade	86

Tabela 4. Peso corporal (PC, g), ganho diário de peso (GDP, g), consumo diário de matéria seca (CDMS, g) e eficiência alimentar (EA, GDP/CDMS) de leitões recebendo dietas líquidas artificiais com diferentes fontes de proteína e níveis de arginina dos 3 aos 21 dias de idade	88
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura (GB), energia bruta (EB), metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas e retenção de nitrogênio (RN), calculados pelo método de coleta total	89
Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura (GB), energia bruta (EB), metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas e retenção de nitrogênio (RN), calculados pelo método do indicador Co-EDTA.....	91

RELAÇÃO DE FIGURAS

	página
Capítulo I	
Figura 1. Destinos metabólicos da Arginina em células de mamíferos	34
Figura 2. Vias da síntese intestinal de arginina e citrulina a partir da glutamina e da prolina em suínos	36

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E DE SÍMBOLOS

EDTA	Ácido etileno diamino tetra acético
PVM	Proteína vegetal modificada
PIS	Proteína isolada de soja
Arg	Arginina
LAP	Leucina aminopeptidase
Ig	Imunoglobulina
PSA.....	Proteína de soja antigênica
PSNA	Proteína de soja não antigênica
MHC.....	Complexo de histocompatibilidade principal

1. Capítulo I

1.1. Introdução e Revisão Bibliográfica

Os primeiros estudos a respeito da alimentação artificial de leitões neonatos datam da década de 1940, com os trabalhos de Gyorgy et al., 1941; Cunha et al., 1946 e Johnson, 1949, citados por Veun e Odle, 2001. Durante as décadas de 1960 e 1970, as pesquisas continuaram com os trabalhos dos grupos de Lecce e Jones, na Carolina do Norte, EUA e de Braude e Newport, em Reading, Inglaterra (Odle e Harrell, 1998). Aparentemente, o principal interesse destes pesquisadores foi o de desenvolver um sistema de criação artificial de leitões que evitasse as altas taxas de mortalidade no período pré-desmame observadas na época. Ainda hoje as perdas no período de lactação são elevadas. De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a taxa de mortalidade na fase pré-desmame é de 12,2 %, sendo que o esmagamento e inanição são responsáveis por mais de 70 % dos casos (USDA, 2002). Além da mortalidade, a morbidez e o retardo no crescimento são também importantes problemas na fase de lactação e acometem especialmente leitões com baixo peso ao nascer (Milligan et al., 2002).

Em anos recentes, têm se observado um aumento no número de publicações a respeito da nutrição neonatal de leitões. Em parte, este aumento

está relacionado ao uso do leitão como modelo para estudos de nutrição infantil em humanos (Reeds e Odle, 1996). Por outro lado, a pressão para o aumento no número de leitões desmamados por porca por ano e as técnicas de desmame que visam criar animais livres de patógenos específicos têm antecipado a idade do leitão à desmama. Isto criou a necessidade de uma melhor compreensão do manejo e da alimentação destes animais na fase neonatal. Apesar da maioria dos suínos produzidos comercialmente serem desmamados entre 2 e 3 semanas de idade, leitões podem ser separados da porca do 1º ao 3º dia de idade e criados com sucesso usando alimentação líquida artificial, inclusive com melhor desempenho do que aquele observado com aleitamento natural. Criar leitões neonatos nestas condições é considerado “criação artificial de leitões”.

1.2. Mortalidade e desuniformidade pré-desmame

Apesar da produção brasileira de suínos não contar com uma estatística oficial de índices produtivos, os dados disponíveis referentes ao ano de 2003 dão conta de taxas de mortalidade na maternidade entre 7,21 a 8,87 % (Agrocercos-PIC PigChamp). Embora estas taxas sejam inferiores às aquelas observadas na produção norte-americana (USDA, 2002), estas perdas não podem ser ignoradas. Além do impacto econômico negativo provocado pelos elevados índices de mortalidade na lactação, a crescente sensibilidade à questão do bem estar animal remete a uma preocupação adicional com esta questão (Fraser, 1990).

O nascimento é o início da vida de mamíferos fora do corpo da mãe e, em espécies multíparas como suínos, existe uma vigorosa competição entre os irmãos pelos recursos disponíveis. Esta competição se dá de duas maneiras distintas (Fraser 1990). Nos primeiros dias após o nascimento, os leitões competem agressivamente pelo acesso aos tetos, sendo que a maioria dos leitões estabelece a “propriedade” sobre um teto específico, enquanto outros sobreviverão mamando oportunisticamente. Portanto, uma alta variabilidade do peso ao nascimento é considerada uma importante causa de mortalidade devido à exclusão competitiva dos leitões mais leves aos tetos funcionais. Em um segundo momento, os leitões também competem entre si indiretamente, estimulando ou secando “seus tetos” mais efetivamente e então recebendo uma maior fração de hormônios e nutrientes. Como consequência, diferenças no peso ao nascimento são geralmente mantidas ou aumentadas durante a lactação (Milligan et al., 2002).

De acordo com Tuchscherer et al. (2000), é possível uma identificação precoce dos leitões neonatos em risco. Dos 1.024 leitões de 106 matrizes primíparas estudados, 14,3% não sobreviveram aos 10 primeiros dias de vida, sendo as mortes causadas principalmente por desnutrição, frio, doenças e esmagamento. Os leitões sobreviventes foram mais pesados ao nascer e nasceram primeiro na ordem de parto da leitegada. Já os leitões que morreram, nasceram de partos mais longos, levaram mais tempo entre o parto e o primeiro contato com o úbere (e a primeira mamada) e apresentaram maior queda na temperatura retal uma hora após o nascimento. Além disso, os leitões que morreram apresentaram, imediatamente após o parto, níveis

sangüíneos mais altos de uréia, fósforo inorgânico e cálcio, enquanto os animais sobreviventes tiveram ao nascimento uma concentração maior de alfa2-macroglobulina e maior proliferação de linfócitos.

Outra variável importante a ser considerada é a variabilidade de peso ao nascimento dentro da leitegada, que tem correlação negativa com sobrevivência ao desmame (English et al., 1977; Fahmy et al., 1978; Pettigrew et al., 1986). Porém, esta relação pode ser confundida pela tendência de leitegadas com maior variabilidade no peso ao nascimento serem maiores e terem mais leitões com baixo peso ao nascer (Van der Lende e De Jager, 1991). Entretanto, Milligan et al. (2002), em estudo envolvendo 400 leitegadas, demonstraram que o aumento na variabilidade do peso neonatal aumentou a mortalidade pré desmama e a variabilidade de peso ao desmame, independentemente de fatores como peso neonatal, tamanho de leitegada e número de partos da porca.

Em resumo, leitões em risco são aqueles que nascem com baixo peso corporal, em leitegadas numerosas e com grande variabilidade de peso. Estes leitões geralmente ocupam posições mais tardias na ordem de nascimento da leitegada e na ordem de parição da porca, perdem calor mais rapidamente após o parto, demoram mais tempo até a primeira mamada e apresentam alterações de parâmetros bioquímicos do sangue (uréia, glicose, cálcio e fósforo) e de respostas imunológicas (Tuchscherer et al., 2000; Milligan et al. 2002).

O benefício em reconhecer precocemente os leitões em risco está em definir alternativas de manejo para este grupo de forma a reduzir a

mortalidade, uniformizar e aumentar o peso ao desmame. O reconhecimento de que tamanho de leitegada é um dos fatores de risco é preocupante, uma vez que o número de leitões desmamados por porca por ano é uma das principais variáveis utilizadas para medir a produtividade das granjas, o que leva a uma contínua pressão de seleção por leitegadas maiores. Leitegadas maiores também têm maior variabilidade de peso ao nascimento, o que além de correlação positiva com mortalidade, tem impacto direto negativo na produção, dificultando o manejo nutricional do lote após a desmama. Uma alternativa de manejo reconhecida é a transferência cruzada de leitões entre leitegadas nascidas no mesmo período, de maneira a equalizar o número de leitões e reduzir a variabilidade no peso.

Parece claro que os leitões em risco, seja de mortalidade ou de crescimento reduzido, morbidez e refugagem, são, ao final, aqueles menos aptos a competir pelos recursos disponíveis (leite da porca, principalmente). Uma alternativa aparentemente sensata seria aumentar a disponibilidade destes recursos. Entretanto, dentro do sistema de produção, persistem contradições fisiológicas e ambientais que impedem que se alcance o potencial produtivo máximo da espécie na fase de lactação.

1.3. Lactação – mecanismos de controle e contradições

A adequada nutrição da progene é um requisito fundamental para o sucesso da estratégia evolutiva das espécies. Enquanto que em várias espécies de vertebrados os adultos podem não encontrar no ambiente imediata disponibilidade de alimento para sua prole, os mamíferos podem se reproduzir

com sucesso a partir apenas da nutrição adequada da mãe, que alimenta seus filhos com leite. Além disso, mamíferos têm a habilidade de mobilizar suas reservas corporais para suprir os precursores para a síntese de leite. Portanto, uma interrupção na alimentação da mãe não interrompe imediatamente o fornecimento de alimento para seu filho (Hartmann et al., 1997).

Contraditoriamente, a produção de leite parece ser um fator limitante ao crescimento de lactentes em várias espécies. Uma evidência disso é o fato de filhotes de ninhadas maiores crescerem mais lentamente do que aqueles de ninhadas menores. Outro exemplo é que neonatos amamentados por outra fêmea lactante, com maior capacidade de produção de leite, crescem mais rapidamente do que quando alimentados por sua própria mãe. Em várias espécies, inclusive humanos, a taxa de crescimento pode aumentar com suplementação ao leite materno (Jenness, 1986).

Para espécies que criam ninhadas, é sem dúvida uma vantagem, em termos de seleção natural, trazer para a população de reprodução um maior número de descendentes, ainda que com uma taxa de crescimento limitada pela quantidade de leite disponível. No caso de espécies que criam um só filho por vez, provavelmente a ausência de alimento rapidamente disponível para a mãe seja o verdadeiro fator limitante. Mesmo vacas de raças leiteiras, cuja seleção resultou em mais tecido mamário e maior persistência na lactação, não terão a produção de leite esperada sem a disponibilidade de alimento adequado e um trato digestório capaz de utilizá-lo eficientemente (Jenness, 1986).

A produção de leite de porcas de linhagens modernas têm aumentado substancialmente nas últimas décadas (Revell e Willians, 1993, citados por Revell et al., 1998) e atualmente pode atingir entre 10 (McNamara e Pettigrew, 2002) a 13 kg/dia (Auldist et al., 2000). Tendo por base estudos com vacas de raças leiteiras, seria de se esperar que a dieta de porcas em lactação fosse o fator mais importante na determinação da quantidade de leite produzido. Entretanto, segundo os trabalhos apresentados a seguir, com exceção para quadros de subnutrição, aparentemente não existe uma relação consistente em fêmeas suínas entre nutrição na gestação (mamogênese) e a lactação com a produção de leite.

Porcas que receberam menor quantidade de energia (mas não de outros nutrientes) durante a lactação produziram menos leite (Noblet e Etiene, 1986). Entretanto, o conteúdo de gordura, energia e nitrogênio no leite de porcas que receberam baixa energia na dieta foram maiores do que no leite de porcas que receberam alta energia na dieta, o que resultou em semelhantes taxas de crescimento das leitegadas nos dois tratamentos.

Uma severa restrição no consumo de alimento durante a lactação causou uma marcante redução no crescimento dos leitões durante 4 semanas de lactação, particularmente em porcas com menos reservas corporais (Mullan e Willians, 1989). Entretanto, ao proporcionar alto consumo de alimento durante a lactação, as diferenças em reservas corporais no momento do parto não afetaram o crescimento dos leitões. Isto sugere que a redução no consumo de alimento durante a gestação não compromete a mamogênese a ponto de afetar a produção subsequente de leite.

Marrãs em gestação foram alimentadas com dietas com alta ou baixa proteína para que estas, no momento do parto, tivessem o mesmo peso corporal porém com maior reserva de gordura ou maior reserva de tecido magro (Revell et al., 1998). Durante a lactação, foram oferecidas dietas com alta (51 g PB/Mcal ED) ou baixa (21g PB/Mcal ED) proteína bruta. Porcas que tiveram mais reservas de tecido magro e receberam dietas de alta proteína não produziram leite com mais proteínas. No outro extremo, porcas que receberam dieta com baixa proteína foram capazes de mobilizar suas reservas corporais de proteína para manter a composição do leite, mesmo aquelas com menor reserva de proteína no início da lactação.

Em outro experimento, porcas foram submetidas à diferentes ganhos de peso durante gestação e moderada ou alta perda muscular durante a lactação (Clowis et al., 2003). A nutrição na gestação não afetou o ganho de peso dos leitões na lactação e tampouco o peso da glândula mamária da porca ao desmame. Entretanto os leitões das porcas que perderam mais tecido protéico durante a lactação tiveram um crescimento 9 % menor, e a glândula mamária destas porcas foi 9 % mais leve ao desmame. Portanto, uma intensa mobilização das reservas de proteínas corporais da porca pode resultar em queda no desempenho da leitegada durante a lactação.

Porcas que consumiram maior quantidade de proteína nas dietas de gestação e lactação apresentaram maior produção de leite e proporcionaram melhor desempenho aos leitões (Kusina et al., 1999). Segundo MacNamara e Petigrew (2002), a redução do consumo de gordura e proteína na lactação limitam a produção de leite e alteram a composição corporal de porcas

lactando leitegadas grandes. Entretanto, o aumento do consumo de energia pode parcialmente aliviar os efeitos de redução no consumo protéico sobre a produção de leite e a mobilização de aminoácidos dos músculos para manter a produção de leite se torna limitante somente sob condições de severo déficit de aminoácidos.

De qualquer forma, independentemente de diferenças na contribuição relativa das reservas corporais ou do consumo de alimento no fornecimento de substrato para a produção de leite, a quantidade e a composição do leite produzido parece ser bem protegida em porcas (Revell et al., 1998). Então, devem existir mecanismos (além da nutrição) mais eficientes atuando sobre o controle da lactação em suínos. Desde que leitões alimentados *ad libitum* têm capacidade de crescimento muito superior à de leitões lactentes (Odle e Harrell, 1998), é também improvável que a saciedade do leitão seja o fator determinante da produção de leite da porca.

A produção de leite da porca está positivamente relacionada ao tamanho da leitegada e esta relação se explica pelo aumento no número de glândulas mamárias funcionais. De fato, o tamanho da leitegada têm maior influência sobre a produção de leite na porca do que qualquer outro fator já estudado (Auldist e King, 1995; Hartmann et al., 1997; Revell et al., 1998). Isto parece estar associado à estratégia da espécie em priorizar o conjunto dos filhotes ao invés de cada filhote individualmente. Para deixar isto claro, algumas particularidades da lactação em suínos merecem ser observadas.

O início da secreção de leite no parto ocorre sob controle endócrino, aparentemente acionado pela redução da progesterona circulante. Entretanto,

outro nível de controle deve existir, pois o conteúdo de gordura e as concentrações de lactose e metabólitos associados com a síntese de lactose, aumentam em glândulas onde os leitões mamaram comparadas àquelas que não foram mamadas. Então é provável que, enquanto a retirada da progesterona libera o bloqueio hormonal sistêmico para a lactogênese, tanto a remoção do colostro pelo leitão ou o efeito local da mamada, ativam o aumento na síntese de leite (lactose e gordura) em cada glândula mamária isoladamente (Hartmann et al., 1997).

Leitões tendem a desenvolver uma preferência pelo teto do qual eles obtiveram colostro pela primeira vez. Além disso, leitões nascem sem gamaglobulinas e praticamente sem reserva de gordura. Então, a estratégia de preferência pelo teto e o mecanismo de remoção do leite acionando a lactogênese garantem que o último leitão nascido obtenha colostro com uma concentração de imunoglobulinas semelhante àquela disponível para o primeiro leitão nascido. Por outro lado, o rápido aumento nas concentrações de lactose e gordura, ativado pela remoção do leite, garantem que, após o nascimento, cada leitão receba um fundamental suprimento de energia, conforme ele se estabelece em seu teto preferido (Hartmann et al., 1997).

Portanto, aparentemente, a produção de leite pela porca é regulado em parte dentro de glândulas individuais ao invés de responder a um mecanismo de controle metabólico sistêmico (Hartmann et al., 1997). De fato, aumentando a pressão de mamada, as glândulas mamárias têm a sua capacidade de produção de leite aumentada. Para demonstrar isso, Auld et al. (2000) avaliaram três grupos de porcas. No primeiro e segundo grupos, as

porcas amamentaram ininterruptamente leitegadas de 12 e 6 leitões, respectivamente. No terceiro grupo, foi permitido o acesso alternado (por períodos de 30 minutos) de dois grupos de 6 leitões. Em cada porca, o número de glândulas mamárias acessíveis foi igual ao de leitões lactando. Com isso, o intervalo entre as mamadas foi reduzido em cerca de 10 minutos no terceiro grupo de porcas, resultando em maior pressão sobre as glândulas funcionais. A produção total de leite foi maior nas porcas que amamentaram 12 leitões continuamente (13,8 kg/dia), que também apresentaram o maior ganho peso da leitegada (2,46 kg/dia), e isso claramente se deve ao maior número de leitões e de glândulas funcionais. Entre as porcas que amamentaram leitegadas de seis leitões, aquelas que amamentaram duas leitegadas alternadamente tiveram maior produção de leite (8,92 contra 7,81 kg/dia $P < 0.1$) e maior ganho de peso da leitegada (1,95 contra 1,51 kg/dia). Já o ganho de peso individual foi maior no grupo de 6 leitões (252 g/dia) comparado com o grupo de 12 leitões (205 g/dia), enquanto que os grupos de seis leitões que mamaram alternadamente apresentaram o pior ganho de peso individual (163 g/dia), pois tiveram o dobro da carga de leitões por glândula mamária. Entretanto, se considerarmos o ganho de peso proporcionado por cada glândula mamária individualmente o resultado foi melhor nos grupos de 6 leitões que mamaram alternadamente, com 326 g/dia. Embora não tenha sido observada diferença no consumo de ração pelas porcas entre os tratamentos, as porcas que amamentaram 12 leitões, continuamente, tiveram maior perda de peso e gordura corporal.

A possibilidade da regulação local dentro de cada glândula, junto com a preferência do leitão por uma glândula específica sugerem que o comportamento de mamada e, em especial, o reflexo para a liberação de leite, podem limitar a transferência de leite da porca para o leitão. Normalmente, os leitões mamam uma vez a cada 40 ou 60 minutos e o leite só está disponível por um período muito curto em cada mamada, entre 10 a 20 segundos. A liberação do leite em porcas, como em outros mamíferos, é acionada pela liberação de ocitocina no sangue. Entretanto, apesar da curta meia-vida da ocitocina no sangue, o fluxo de leite pára na porca enquanto concentrações significativas deste hormônio ainda permanecem na circulação (Hartmann, et al., 1997). Então, se um leitão é removido antes da mamada, o leite não será liberado da glândula que não foi mamada depois que o fluxo de leite das outras glândulas for interrompido. Portanto, comparado com outros mamíferos, o mecanismo de liberação do leite na porca deve ser mais complexo, consistindo de dois mecanismos independentes de “ligado” e “desligado”. O mecanismo “ligado” é o clássico reflexo do gatilho de ocitocina causando contrações das células mioepiteliais. Já o mecanismo de “desligado” pára o fluxo de leite em poucos segundos após a ocitocina acionar a contração das células mioepiteliais, independente do leite ter sido removido da glândula ou não. Assim, o termo “ejeção do leite” deve ser usado para descrever o reflexo neuro-hormonal, o qual estimula a neurohipófise a liberar ocitocina que causa a contração das células mioepiteliais que circulam o alvéolo e a expulsão do leite. Já o termo “liberação do leite” deveria ser usado especificamente para

descrever o espaço de tempo que o leite está disponível para o leitão após a ejeção do leite (Hartmann et al., 1997).

É possível que a curta duração do fluxo (liberação) do leite em cada mamada restrinja a habilidade do leitão em remover todo o leite disponível da glândula e a variação na duração do fluxo de leite poderia explicar uma proporção significativa da variação na produção de leite. Se isso for correto, então é provável que mecanismos inibitórios locais (autócrino) (Peaker, 1995) controlem a taxa de síntese de leite dentro de glândulas individuais da porca, dependendo de quanto leite o leitão é capaz de retirar da glândula neste limitado período de liberação do leite. O controle autócrino da síntese do leite explicaria tanto a relação linear entre tamanho de leitegada quanto o aumento de produção em glândulas submetidas a um aumento na demanda de mamadas (Auld et al., 1995). Portanto, pode-se concluir que, enquanto a produção total de leite da porca está relacionada com o número de glândulas funcionais e com a pressão de mamada (e resultante retirada do leite das glândulas), o crescimento potencial do leitão individualmente está determinado pela capacidade de produção de leite de sua glândula “particular” e, finalmente, pela capacidade do leitão de retirar o leite desta glândula. Estas observações, associadas ao fato de que a ejeção do leite ocorre somente se a maioria dos leitões estão estimulando os tetos, significam que é muito difícil para o leitão dominante conseguir leite de mais de um teto em uma mesma mamada (ejeção de leite). Então as restrições impostas pelo forte controle sobre a ejeção e liberação de leite na porca são estratégias que promovem a sobrevivência de

leitegadas grandes em detrimento da capacidade individual de crescimento dos leitões (Hartmann et al., 1997).

A temperatura ambiente é outro fator que impede que, por um lado, a porca expresse sua máxima capacidade de produção de leite e, de outro, que o leitão atinja sua capacidade máxima de crescimento. Esta parece ser uma contradição de difícil solução no sistema de produção. Enquanto que o limite inferior na zona de conforto térmico dos leitões é maior que 30° C, o limite superior da zona de conforto térmico da porca é inferior a 24° C (Hartmann et al., 1997). Vários trabalhos têm demonstrado que quando a temperatura do ambiente da porca aumenta para próximo da zona de conforto térmico do leitão, tanto o consumo de alimento pela porca quanto a produção de leite diminuem (Mullan et al., 1992; Azain et al., 1996). Black et al. (1993) aumentaram a temperatura ambiente das porcas de 18 °C para 28 °C e observaram a redução de 40 % no consumo voluntário de alimento e de 25 % na produção de leite. A queda na produção de leite foi maior do que seria esperado para uma queda equivalente no consumo em porcas dentro da zona de conforto térmico. Isto pode ser atribuído ao fato do estresse pelo calor redirecionar o fluxo sanguíneo para a pele, reduzindo o fluxo através de outros tecidos, incluindo a glândula mamária (Williams et al., 1994).

Se o curto período de fluxo (liberação) de leite durante cada mamada (ejeção) e as diferentes necessidades de temperaturas ambiente de porcas e leitões são fatores limitantes, restringindo a produção de leite na porca, é improvável que a manipulação endócrina ou suplementação nutricional das porcas possam proporcionar grandes melhoras no desempenho da

lactação em porcas (Hartmann et al., 1997). Aparentemente, tanto o leitão quanto a porca têm potencial para melhor desempenho, respectivamente em taxa de crescimento e produção de leite. Entretanto, os fortes controles fisiológicos, determinados pela estratégia evolutiva da espécie, e as contradições ambientais dentro do sistema de produção, impedem que ambos desempenhem todo seu potencial. A alimentação artificial de leitões é portanto uma alternativa para contornar estas limitações e possibilitar ao leitão atingir sua capacidade máxima de crescimento.

1.4. Dietas líquidas artificiais

Vários trabalhos demonstram que leitões podem crescer além dos limites impostos pela produção de leite da porca. Azain et al. (1996) estudaram a suplementação com substituto lácteo em 171 leitegadas durante um período de 3 anos e meio. De 12 grupos de porcas, seis grupos pariram em estações frias do ano (temperatura média na instalação de 20,7 °C) e 6 grupos em estações quentes (temperatura média na instalação de 27,6 °C). Metade das leitegadas de cada grupo foi suplementada à vontade, do primeiro ao 21º dia de idade, com um produto lácteo comercial contendo 25 % de proteína bruta e 13 % de gordura, reconstituído em água em 12,5 % de sólidos. A suplementação com substituto lácteo resultou em aumento de 15 % no peso médio dos leitões e de 17 % no peso médio da leitegada ao desmame. Quanto à sazonalidade, foi observado que leitões nascidos nas estações quentes estavam 12 % mais leves na desmama do que leitões nascidos nas estações frias. O efeito da sazonalidade sobre o peso ao desmame está relacionado à

redução no consumo de ração pela porca nos meses quentes (redução de 36 %). Portanto, o efeito da suplementação foi maior na estação quente, quando os leitões suplementados estavam 1,18 kg mais pesados ao desmame, contra 0,52 kg na estação fria. Nos meses quentes os leitões compensaram a redução na produção de leite da porca consumindo quase 3 vezes mais suplemento que na estação fria.

O efeito do peso ao nascimento e da suplementação de substituto lácteo sobre o crescimento pré e pós-desmame e as características de carcaça de leitões foi avaliado por Wolter et al. (2002). Os leitões foram pesados durante as primeiras 24 horas de vida e distribuídos no grupo de peso leve (1,3 kg em média) ou pesado (média de 1,8 kg). Aos 3 dias de idade, foi iniciada a suplementação à vontade com substituto lácteo contendo 28% de proteína bruta, 2,3% de lisina e 3.722 kcal EM/kg, reconstituído em água na relação 1:10. Após o desmame, realizado aos 21 dias de idade, os leitões foram alojados em grupos de acordo com sexo e tratamento original e acompanhados até 110 kg de peso corporal, consumindo dietas idênticas de acordo com a fase de criação. Os leitões que nasceram mais pesados foram também os mais pesados ao desmame e consumiram mais suplemento que os leitões nascidos mais leves. Leitões suplementados tiveram maior ganho de peso (236 contra 192 g/dia) e apresentaram maior peso ao desmame (6,6 contra 5,69 kg) que os leitões não suplementados. Houve uma tendência ($P=0,10$) de redução na mortalidade para os leitões mais pesados ao nascer e aqueles que receberam suplementação. Animais suplementados na lactação atingiram 110 kg de peso corporal 3 dias antes que os animais não suplementados. Já os animais que

nasceram mais pesados atingiram o peso de abate com 7 dias de antecedência em relação aos nascidos mais leves.

Os dados apresentados anteriormente demonstram que a produção do leite da porca pode limitar o crescimento dos leitões antes de 3 semanas de idade. Isto pode ser observado não apenas em situações de suplementação mas também de substituição completa do leite da porca por dietas líquidas artificiais, como no trabalho realizado por Benevenga et al. (1990) que demonstraram que o potencial de crescimento dos leitões (entre 4 a 10 dias de idade) alimentados com dietas líquidas pode exceder em 35% o de seus irmãos que permaneceram lactando. Neste estudo, o consumo de matéria seca aumentou linearmente durante os 6 dias de experimento e a eficiência alimentar excedeu 1,4 (ganho/consumo). Harrell et al. (1993) criaram leitões artificialmente dos 2 aos 23 dias de idade e observaram que a produção de leite da porca pode limitar o crescimento dos leitões já na primeira semana de vida. Além disso, os autores observaram que o crescimento acelerado se manteve até os 47 dias de idade, bem depois da alimentação líquida ser interrompida. Os leitões que receberam dietas líquidas atingiram os 110 kg de peso corporal, 10 dias antes que o grupo controle que permaneceu lactando, sendo que as características de carcaça (composição corporal) não foram afetadas.

Leitões desmamados aos 18 dias de idade foram distribuídos em 3 tratamentos (Zijlstra et al., 1996). O tratamento 1 permaneceu lactando, o tratamento 2 recebeu substituto lácteo (25 % PB, 2,25 % lisina e 4,19 Mcal de EM/kg) e o tratamento 3 recebeu uma dieta inicial sólida (20 % PB, 1,38 %

lisina e 3,87 Mcal de EM/kg). Os tratamentos foram aplicados dos 18 aos 25 dias de idade. Durante os 7 dias do experimento, os leitões que receberam substituto lácteo tiveram ganho diário de peso 64 % maior (471 g/dia) que os leitões que permaneceram com a porca (288 g/dia), enquanto que o ganho de peso dos leitões que receberam dieta inicial seca foi 57 % inferior (123 g/dia) ao ganho do grupo lactente. Os leitões alimentados com leite de porca e substituto lácteo ganharam peso continuamente após os 18 dias, já os leitões que receberam dieta inicial perderam peso no primeiro dia pós desmama, antes de começarem a ganhar peso. Aos 25 dias de idade, a composição corporal dos leitões que receberam substituto lácteo apresentou proporcionalmente menos proteína, cinzas e mais água do que do grupo lactente. Entretanto, em função do maior ganho de peso, os leitões alimentados com substituo lácteo tiveram maior deposição corporal de proteína, gordura e água que os animais lactentes. O consumo médio foi de 345 g/dia (matéria seca ao ar) para os leitões consumindo substitutos lácteos e de 144 g/dia para os leitões que receberam dieta inicial seca. Portanto, além de uma maior oferta de nutrientes via “dieta artificial”, a forma física desta dieta é de fundamental importância para estimular o consumo voluntário.

Melhor desempenho de leitões alimentados com dietas líquidas em comparação com dietas secas também foi observado por Kim et al. (2001). As dietas experimentais à base de proteína de soro de leite apresentaram a mesma composição e foram fornecidas durante 14 dias a partir do desmame realizado aos 11 dias de idade. Após este período os animais receberam a mesma dieta conforme a fase e foram acompanhados até o abate aos 110 kg

de peso corporal. Aos 14 dias pós-desmame, os leitões que receberam dieta líquida estavam 21 % mais pesados e tiveram um ganho diário de peso 44 % maior do que os leitões que receberam a mesma dieta na forma de peletes. A vantagem da dieta líquida foi mais pronunciada nos 3 primeiros dias pós-desmame quando leitões alimentados com dietas líquidas cresceram quase 4 vezes mais rápido do que aqueles que receberam dieta seca (248 contra 64 g/dia). Durante todo o período experimental (0 a 143 dias), leitões que receberam dieta líquida nas duas semanas pós-desmame apresentaram maior ganho diário de peso e maior consumo diário de ração e, portanto, levaram menos dias para atingir o peso de abate.

Coletivamente, estes dados obtidos a partir de diferentes delineamentos experimentais, metodologias e formulações de dietas, consistentemente demonstram que o crescimento de leitões pode ser acelerado fornecendo dietas líquidas artificiais. Entretanto, a utilização em larga escala desta tecnologia pela indústria é dependente do desenvolvimento de equipamentos e sistemas de fornecimento de dieta líquida mais eficientes e da comprovação do retorno econômico do investimento sob condições de produção à campo. Aceleradas taxas de crescimento dos leitões, melhor condição corporal das porcas, redução da mortalidade e morbidez na maternidade, maximização do uso das instalações de maternidade com o aumento do número de nascidos por ano, além da redução do número de dias necessário para atingir peso de abate, estão entre os atributos econômicos potenciais desta tecnologia, os quais devem ser contrastados com o custo de equipamentos especiais e o alto custo relativo dos ingredientes de dietas

líquidas. Neste sentido, pesquisas com fontes alternativas de proteína, carboidratos e gorduras podem levar à redução no custo destas dietas artificiais, melhorando o potencial de retorno econômico.

Uma vez evidenciado que no aspecto quantitativo o leite da porca é fator limitante ao crescimento dos leitões, já na primeira semana de idade, ainda não está claro se em termos qualitativos isto também ocorre. Entretanto, o claro aumento na expectativa de ganho de peso máximo obtido com alimentação artificial de leitões neonatos, remete a questão de que talvez o perfil nutricional do leite não seja o mais adequado para suportar este tipo de ganho. Além disso, a substituição de ingredientes lácteos por ingredientes de origem vegetal para reduzir os custos destas dietas acaba resultando em dietas com perfis nutricionais bastante diferentes daquele observado no leite da porca e que são, no entanto, capazes de suportar excelentes taxas de crescimento nos leitões.

1.1.5. Composição do leite da porca

A lactação tem proporcionado um nicho importante na cadeia evolutiva, resultando em mais de quatro mil espécies de mamíferos (Jenness, 1984), vivendo em uma grande variedade de ambientes e apresentando grande variação na maturidade ao nascimento e no desenvolvimento pós-natal. A composição do leite in natura das diferentes espécies acompanha estas variações, como mostram os dados de análise do leite de aproximadamente 200 espécies: a concentração de gordura varia de traços a 500 g/kg , a de carboidratos (lactose principalmente) varia de traços a 100 g/kg, de proteínas

entre 10 a 200 g/kg e minerais (cinzas) entre 2 a mais de 20 g/kg (Jenness, 1986). Estas diferenças na composição do leite estão relacionadas às necessidades específicas dos neonatos de cada espécie. Por isso, a composição do leite da mãe é considerada apropriada e única para o neonato no momento em que vários dos seus sistemas, como digestivo, hepático, neural, visual, esquelético e imunológico estão funcionalmente imaturos. O leite, seria portanto, capaz de melhorar estes “defeitos de desenvolvimento” específicos dos filhotes de cada espécie e a partir daí, facilitar um ótimo crescimento e desenvolvimento durante a vida neonatal. Portanto, a composição do leite deve mudar marcadamente durante o curso da lactação (Jenness, 1986).

No leite de porca, a composição do colostro durante os primeiros dias de lactação é consideravelmente diferente da composição do leite nos estágios de lactação mais avançados. A mudança na composição do leite é gradual mas ocorre principalmente durante os dois a três primeiros dias de lactação. O colostro tem maior porcentagem de sólidos totais e proteína do que o leite, porém menor porcentagem de cinzas, gordura e lactose. Este alto nível de proteína e sólidos totais reflete uma alta concentração de imunoglobulinas. Nas primeiras 6 horas de lactação, a Imunoglobulina G (IgG) sozinha responde pela maior parte da proteína total. Esta é uma característica dos mamíferos, cujas experiências imunológicas humorais da mãe são transmitidas para o sistema vascular sangüíneo do recém nascido, por um mecanismo dependente da transferência do IgG para o lactente, durante as primeiras poucas horas após o nascimento. A proporção relativa de imunoglobulinas também é alterada

com o estágio de maturação do leite. No início da lactação a relação IgG:IgM:IgA é de 76:7:17, enquanto que ao final da lactação esta relação passa para 7:14:78 (Klobasa et al., 1987). A concentração de sólidos é alta no colostro (25,6 %) e decresce cerca de 30 % durante a transição para leite maduro, mantendo no final uma concentração próxima a 18 %. Já a concentração de gordura aumenta de aproximadamente 5 % nas primeiras horas de lactação para cerca de 6,5 % dois dias mais tarde. A concentração de lactose também aumenta, de cerca de 3 % para cerca de 5 % nos dois primeiros dias de lactação. A concentração de proteína total é de mais de 15 % no primeiro colostro e cai para próximo a 6 % 24 horas depois do início da lactação (Klobasa et al., 1987).

A proteína total diminui aproximadamente 50 % já durante as primeiras 12 horas enquanto que a redução de sólidos totais é de apenas 30 %. A concentração de proteína continua a cair nas horas seguintes, de forma que no segundo dia a concentração é de apenas 40 % do valor observado na primeira hora do colostro. A drástica queda na concentração de proteína total está refletida no valor da proteína de soro, que diminuiu cerca de 70 % durante as primeiras 24 horas. A diminuição na proteína total e na proteína de soro, mas não em sólidos totais e o concomitante aumento das concentrações de gordura e lactose parece ser um sinal de transição entre o colostro e o leite maduro. Nesta fase, a diminuição da contribuição da proteína do soro na proteína total presumivelmente marca o aumento na secreção de caseína (Klobasa et al., 1987).

As proteínas do leite podem, de uma forma geral, ser classificadas em dois grandes grupos: o grupo do soro e o grupo da caseína. Como já visto, a participação de cada grupo na composição do leite muda de acordo com o grau de maturação do leite. As proteínas do leite de porca são consideradas altamente digestíveis. Entretanto, o leite contém certas proteínas (imunoglobulinas, lactoferina, transferina, lisozima, etc) cuja função vai além da nutrição, atuando, por exemplo, na proteção do epitélio do trato gastrointestinal e promovendo crescimento e desenvolvimento. Tais proteínas são parcialmente resistentes a digestão no trato gastrointestinal superior, então a composição de aminoácidos totais do leite da porca pode não ser um bom estimador do valor nutritivo do leite (Mavromichalis et al. 2001). O fato da digestibilidade dos aminoácidos do leite da porca não ser igual a 100% pode ser atribuído às diferentes funções dos dois maiores grupos de proteína no leite, a caseína e as proteínas do soro.

As proteínas da caseína (aproximadamente 45 % da proteína total no leite aos 7 dias de lactação, segundo Klobasa et al., 1987) são consideradas a maior fonte de aminoácidos dietéticos para leitões lactentes, enquanto de as proteínas do soro incluem a albumina e várias imunoglobulinas, sendo que destes, a IgA é predominante no leite maduro. Estudos com crianças têm indicado que aproximadamente 20 % da IgA do leite humano maduro é excretado sem ser digerido (Mavromichalis et al., 2001). Proteínas do soro são mais ricas em cistina, glicina e treonina e pobres em ácido glutâmico, prolina e metionina do que as proteínas da caseína. Isto se reflete na digestibilidade destes aminoácidos no leite, sendo as digestibilidades da cistina, glicina e

treonina (84, 87 e 84 %, respectivamente) mais baixas do que os valores observadas para ácido glutâmico, prolina e metionina (respectivamente 100, 94 e 99 %) (Mavromichalis et al., 2001).

Segundo Mavromichalis et al. (2001) a composição de aminoácidos do leite de porca, entre os dias 11 e 21 da lactação, expresso como porcentagem da matéria seca contendo 30% de proteína bruta é a seguinte: lisina 2,09 %; triptofano 0,32 %; treonina 1,24 %; metionina 0,64 %; cistina 0,53 %; leucina 2,55 %; isoleucina 1,15 %; valina 1,62 %; fenilalanina;1,11 %; arginina 1,37 %; histidina 0,72 %; alanina 1,12 %; glicina 0,97 %; serina 1,57 %; ácido glutâmico 5,95 %; ácido aspártico 2,54 % e prolina 3,59 %.

1.1.6. Fontes de proteínas das dietas líquidas artificiais

Leite em pó desengordurado e uma combinação de soro de leite seco e caseinato de sódio (relação de 2:1) foram testados como fontes de proteínas em dietas líquidas para leitões desmamados entre 2 e 3 dias de idade (Pettigrew et al., 1977a). Neste estudo, os autores observaram que a substituição de leite em pó pela combinação soro/caseína reduziu o ganho de peso e aumentou a incidência de diarreias. Entretanto, não foi observado efeito da dieta sobre a digestibilidade da matéria seca ou nitrogênio (excluídas as coletas dos casos de diarreia). Seguindo a mesma linha, em outra publicação, Pettigrew et al. (1977b) compararam o leite em pó desengordurado e um produto hidrolisado de leite em pó desengordurado. Mesmo com um desempenho aquém do esperado, os leitões que receberam leite em pó como fonte de proteína na dieta apresentaram maior ganho de peso, maior consumo

de ração, melhor eficiência alimentar e menor ocorrência de diarreia do que aqueles que receberam o hidrolisado. Segundo os autores, a depressão no desempenho observada (cerca de 56 % no ganho de peso) em resposta a uma dieta rica em aminoácidos livres não é uma característica da espécie suína, exceto para animais jovens. Isto sugere que leitões de 2 a 15 dias de idade necessitam de determinados componentes fisiologicamente ativos presentes no leite para atingir o desempenho máximo.

Apesar das evidências de que certos componentes do leite (provavelmente imunoglobulinas do soro) são necessários na composição de dietas artificiais para leitões neonatos, é forte o apelo para a redução do custo destas para viabilizar seu uso comercial, especialmente quando as dietas são fornecidas a leitões mais velhos e mais pesados, que apresentam maior consumo e pior eficiência alimentar. Neste sentido, o estudo de fontes de proteínas vegetais alternativas é um tema recorrente na literatura. Segundo trabalhos da década de 1950 e 1960 (Sewell et al., 1953; Cunningham e Brisson, 1957; Maner et al., 1961; Scheider e Sarett, 1966, todos citados por Newport, 1980), leitões podem ser criados artificialmente com dietas contendo proteína isolada de soja suplementada com metionina, embora a proteína do leite suporte melhores ganhos. Já no caso de animais mais velhos, aparentemente as proteínas de soja e leite produzem resultados equivalentes.

O desempenho de leitões dos 21 aos 36 dias de idade e alimentados com dietas líquidas contendo farinha de soja, farinha de soja hidrolisada com ácido clorídrico ou leite em pó desnatado como única fonte protéica, foi comparado por Jones et al. (1977). Não foram observadas diferenças

significativas no desempenho. O ganho diário de peso observado para as dietas com leite e soja não tratada foi de 370 g. Na dieta com soja hidrolisada, o ganho diário foi de 390 g. A conversão alimentar foi de 1,15, 1,40 e 1,50 para dieta com leite, soja hidrolisada e farinha de soja, respectivamente. Portanto, aparentemente não há necessidade de proteínas do leite em dietas com leitões com mais de 3 semanas de idade.

Trabalhando com animais mais jovens, Newport (1980) investigou a substituição de leite em pó desnatado por proteína isolada de soja em dietas para leitões dos 2 aos 28 dias de idade. Quando 37 % da proteína do leite foi substituída pela proteína de soja, não foi observado nenhum efeito no desempenho dos leitões. Entretanto, quando o nível de substituição foi de 74%, somente 4 dos 21 leitões que iniciaram o experimento sobreviveram até o 28º dia de idade, sendo estas mortes associadas com severos casos de diarreia.

No experimento de Mateo e Veum (1980), foram comparadas caseína e proteína isolada de soja como fontes protéicas em dietas para leitões do 1º até os 29 dias de idade. As fontes protéicas em teste forneceram a totalidade das proteínas das dietas (25 % PB), formuladas para serem isoenergéticas (3.500 kcal EM/kg). Foi utilizada ainda uma dieta controle à base de leite em pó desnatado (86,37 %), farelo de soja (5,9 %) e óleo de milho (5,45 %). As dietas com caseína foram suplementadas com triptofano e arginina e as dietas com proteína isolada de soja foram suplementadas com metionina, lisina e triptofano, de forma a equalizar a composição de aminoácidos das dietas. Do primeiro ao 15º dia de idade, a dieta à base de leite em pó proporcionou maior ganho de peso (156 g/dia) e melhor eficiência

alimentar (0,72) que as dietas com caseína (132 g/dia e 0,63), que por sua vez foram superiores às dietas com proteína isolada de soja (72 g/dia e 0,37). Da mesma forma, a digestibilidades da matéria seca, medida entre o 11^o e o 15 dia de idade, foi maior na dieta com leite em pó desnatado (96,6 %) do que na dieta com caseína (94,2 %) e nesta, maior do que na dieta com proteína isolada de soja (89,9 %). As digestibilidades da proteína bruta (96 %), extrato etéreo (em torno de 90 %) e energia (aproximadamente 95 %) foram maiores nas dietas com fontes de proteína do leite do que nas dietas com proteína isolada de soja (respectivamente 88 %, 71 % e 90 % para PB, extrato etéreo e energia). Não foi observado efeito da fonte de proteína sobre o desempenho a partir da segunda semana de idade.

A menor digestibilidade da proteína isolada de soja em relação às proteínas do leite encontra respaldo na literatura (Maner et al., 1961) e é geralmente associado com um inadequado sistema enzimático do suíno jovem, o qual seria insuficiente em proteinases pancreáticas (Lewis et al., 1957, citado por Mateo e Veun, 1980). Pond et al. (1971a e b) também observaram pior desempenho em leitões alimentados com proteína isolada de soja comparados com leitões alimentados com dieta à base de caseína. Entretanto, não observaram diferenças significativas nas secreções pancreáticas de quimotripsina, tripsina, amilase ou lipase e concluíram que as diferenças no desempenho devem ser atribuídas a outro fator limitante que não a função exócrina do pâncreas.

Leitões com 4 semanas de idade alimentados com caseína apresentam uma queda pós-prandial de pH no estômago mais rápida e uma

velocidade de passagem dos alimento no trato gastrointestinal mais lenta, quando comparados a leitões alimentados com proteína isolada de soja (Maner et al., 1962). Os autores também citam que a capacidade tampão da proteína de soja poderia retardar a ativação do pepsinogênio gástrico, retardando e reduzindo a digestão de proteínas.

Leitões dos 26 aos 33 dias de idade foram alimentados com dietas líquidas à base de proteínas do leite de bovino, proteínas de leite bovino hidrolisadas ou proteína isolada de soja (Moughan et al., 1990). Os autores não observaram diferenças entre os tratamentos para pH da digesta, peso do intestino, fígado ou pâncreas. A atividade enzimática praticamente não foi afetada pelo tipo de proteína. Apenas a atividade da tripsina no pâncreas foi maior para proteína isolada de soja e proteína de leite hidrolisada, entretanto, isto não se refletiu na atividade da tripsina no conteúdo intestinal. Os autores relatam ainda que não foi observado diferenças nutricionalmente importantes na digestibilidade ileal de aminoácidos, exceto para o aminoácido cistina, de menor digestibilidade na proteína isolada de soja.

Em outro trabalho, Moughan et al. (1991) utilizaram leitões com 37 dias de idade e também não observaram efeito das mesmas fontes de proteína sobre o pH do conteúdo gástrico. Entretanto observaram um esvaziamento gástrico mais lento para proteína isolada de soja, comparado com proteína hidrolisada de leite. É importante observar que os últimos trabalhos citados utilizaram animais com mais de três semanas de idade, o que pode explicar em parte a ausência de efeitos importantes das fontes de proteína da dieta.

Outro fator geralmente associado às complicações digestivas em leitões jovens alimentados com proteínas de soja é a hipersensibilidade às proteínas glicinina e beta-conglicinina, presentes na soja. Li et al. (1990) observaram que leitões que foram sensibilizados para proteína de soja dos sete aos 14 dias de idade e posteriormente receberam dieta à base de farelo de soja (21 a 56 dias de idade) tiveram menor ganho de peso dos 21 aos 28 dias de idade comparados ao grupo controle, que recebeu dieta à base de proteínas do leite (86 e 204 g/dia, respectivamente). Esta depressão no ganho de peso entre a 3^a e a 4^a semana foi acompanhada de alterações na morfologia das estruturas intestinais (vilos menores e de formato irregular e criptas mais profundas) e de uma alta titulação de IgG específico para proteína de soja no soro. A formação de complexos entre antígenos presentes no farelo de soja e os IgG sistêmicos pode ter sido responsável pelos danos nas vilosidades. A hipersensibilidade transitória a antígenos das dietas pode levar a um aumento na taxa de mitose nos enterócitos, cujo efeito é o alongamento das criptas. Como a taxa de migração dos enterócitos para o topo da vilosidade aumenta, os enterócitos são arrancados do topo do vilo a uma taxa maior e portanto o número de enterócitos maduros diminui. Devido à capacidade absorptiva destas células e à alta atividade de sacarases na sua borda (Miller et al., 1983), uma redução no número de células maduras resultará em menor atividade enzimática e menor capacidade absorptiva (Li et al., 1990). Entretanto, no trabalho de Li et al. (1990), a depressão no crescimento e a anormalidade das vilosidades e criptas não foi mais observada aos 56 dias de idade, embora a concentração de IgG específico para proteína de soja ainda fosse alta no soro.

Como teoricamente leitões não são capazes de digerir completamente as proteínas da soja, esta proteína não digerida pode favorecer crescimento bacteriano no intestino, o que também resultaria em danos às vilosidades (Miller et al., 1984). Portanto, não está claro se o efeito da idade do leitão sobre a utilização da proteína da soja é devido a uma tolerância induzida aos antígenos ou ao aumento na capacidade de digestão das proteína pelo aumento da síntese enzimática.

Dois tipos de proteína de soja antigênica (PSA) ou não-antigênica (PSNA - tratamento com álcool e calor, resultando em não detectável glicinina ou beta-conglicinina reativas) foram testadas em dietas sólidas para leitões desmamados aos 21 dias de idade, previamente sensibilizados com a soja dos respectivos tratamentos (Dréu et al., 1994). Sete dias após o desmame, o grupo que recebeu PSA apresentou menor área, perímetro e altura de vilosidades mas não houve efeito sobre profundidade de cripta. Os autores relataram maior ocorrência de diarreia e menor consumo de ração no grupo PSA. O ganho de peso do grupo PSNA foi de 39,5 g/dia e o grupo PSA teve perda de peso de 11 g/dia.

Zijlstra et al. (1996) estudaram as respostas metabólicas em leitões neonatos alimentados com dietas contendo proteínas de soja intactas ou hidrolisadas (ligações peptídicas quebradas / total de ligações peptídicas x 100 = 6,3%). As duas sojas foram comparadas com uma dieta à base de proteínas do leite de vaca (relação caseína:soro de 40:60). Os leitões foram alimentados via cânula gástrica (20 ml/kg peso corporal) e amostras de sangue arterial e venoso (sistema porta) foram coletadas no estágio pré-prandial e 15, 30, 60,

120 e 180 minutos pós-prandial. A concentração da maioria dos aminoácidos aumentou rapidamente tanto no plasma arterial quanto portal após a alimentação. Em leitões alimentados com proteínas do leite, uma grande e positiva diferença entre aminoácidos livres no plasma portal e arterial foi observada aos 15 minutos pós-prandial, sugerindo rápida digestão e absorção destas proteínas. Já nos leitões alimentados com dietas com soja, o aumento dos aminoácidos livres no plasma foi mais lento, e atingiu um menor pico, indicando que as taxas de digestão e absorção das proteínas do sojas foram menores. Neste estudo, as dietas com proteínas de leite apresentavam maiores concentrações de leucina, prolina e treonina e menores concentrações de arginina do que as dietas com soja. Estas diferenças dietéticas foram refletidas nas concentrações arteriais plasmáticas pós-prandiais destes aminoácidos. Entretanto, outros aminoácidos com concentrações similares nas dietas, por exemplo a serina, tiveram maior concentração plasmática arterial pós-prandial nas dietas com proteínas do leite, possivelmente pela melhor digestibilidade desta dieta em relação às dietas com soja. Não foi observada diferença nas concentrações plasmáticas pós-prandiais de aminoácidos, glicose ou hormônios pancreáticos entre as dietas com proteína de soja intacta ou hidrolisada.

McCracken et al. (1998) compararam desempenho e índices molecular e celular de inflamações intestinais em leitões alimentados com dietas à base de caseína e soro (40:60), proteínas isolada de soja ou proteína hidrolisada de soja (grau de hidrólise de 6,3 %). Para garantir o consumo semelhante, a alimentação foi restrita a $27,5 \text{ ml/h} \times \text{PC}^{0,75}$ de dietas com 10%

de sólidos, oferecida a cada 4 horas. Dos 2 aos 7 dias de idade os leitões foram adaptados ao sistema de alimentação, consumindo um substituto lácteo comercial. Os leitões receberam as dietas experimentais dos 7 aos 17 dias de idade. O ganho de peso de leitões que consumiram dietas à base caseína e soro (121 g/dia) foi maior que dos leitões que consumiram proteína isolada de soja (85 g/dia). A dieta com proteína de soja hidrolisada teve ganho de peso intermediário (109 g/dia). Entretanto, os autores concluíram que a ausência de efeito substancial das dietas sobre a morfologia e histologia intestinal, número intestinal células caliciformes, mastócitos e células T, produção local de prostaglandina E_2 e expressão local do gene MHC (complexo de histocompatibilidade principal), demonstrou que a proteína de soja hidrolisada ou a proteína isolada de soja não resultaram em significativa inflamação intestinal quando fornecidas a leitões neonatos.

No conjunto destes trabalhos, a queda do desempenho de leitões alimentados com proteínas de soja está relacionada a pelo menos um dos seguintes fatores: reduzida digestibilidade da proteína, resposta imunológica local a antígenos presentes na proteína e redução no consumo da dieta. Entretanto, é difícil estabelecer uma consistente relação de causa e efeito entre estes fatores. Aparentemente, os efeitos da hipersensibilidade intestinal aos antígenos da proteína de soja têm sido super valorizados tanto na literatura quanto nas recomendações práticas de alimentação de suínos jovens (embora alguma forma de proteção à integridade intestinal poderia ser funcional neste caso). Por outro lado, a menor digestibilidade destas proteínas pode ser compensada por um maior consumo, desde que a proteína não digerida não

comprometa a saúde intestinal sendo substrato para o crescimento de microbiota indesejável. Além disso, a redução no consumo da dieta (ou do aporte nutricional, no caso do mesmo consumo de dietas com diferentes digestibilidades) parece ser o fator mais consistentemente associado aos distúrbios fisiológicos e à redução do crescimento observada nos momentos de mudança na alimentação (especialmente no desmame). Isto pode estar associado com o alto custo de manutenção das estruturas intestinais em termos de nutrientes e do acelerado “turnover” protéico nestes tecidos (Wu, 1998). De qualquer forma, a proteína da soja parece ser uma boa alternativa às proteínas do leite desde que se garanta algum nível de proteção intestinal e um consumo adequado.

1.1.7. Arginina – um aminoácido essencial para leitões jovens

A base metabólica para a limitação do crescimento de lactentes não é completamente conhecida, mas deve estar relacionada ao inadequado consumo de proteína (ou de um ou mais aminoácidos essenciais) e/ou energia. Como discutido anteriormente, o leite da porca não é produzido em quantidade suficiente para atender às necessidades de crescimento de leitões já na primeira semana de vida. Apesar disso, as proteínas do leite são ainda consideradas referência na formulação de dietas para leitões nesta idade. Entretanto, resta a dúvida se o fator limitante é apenas a quantidade de leite (e proteína e energia) disponível ou se a qualidade das proteínas do leite, em termos de equilíbrio entre aminoácidos, pode ser também um fator limitante.

Em outras palavras, pode-se questionar se a proteína do leite deve continuar sendo usada como referência para a proteína ideal para leitões em lactação.

Recentemente, vários trabalhos, em especial os trabalhos da equipe do Dr. Guoyao Wu na Texas A&M University, têm demonstrado a importância e a essencialidade do aminoácido arginina na nutrição de neonatos. A arginina, um aminoácido básico, além de ser o maior carregador de nitrogênio em humanos e animais (possui quatro nitrogênios em sua molécula), é um dos aminoácidos mais versáteis nas células de animais, servindo como precursor para síntese não apenas de proteína mas também de óxido nítrico, uréia, poliaminas, prolina, glutamato, creatina e agmatina (Figura 1) (Wu e Morris, 1998).

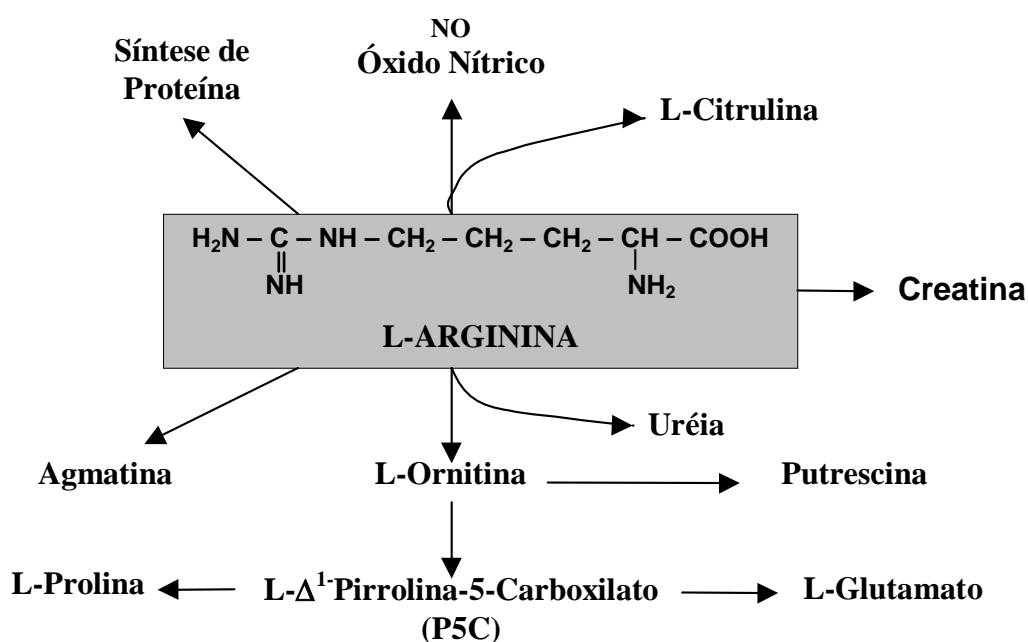


Figura 1. Destinos metabólicos da Arginina em células de mamíferos (Wu e Morris, 1998).

No estado alimentado, as fontes de arginina circulante no plasma são exógenas (dieta) e endógenas (degradação de proteína corporal, mais a síntese endógena a partir da citrulina). A síntese endógena de arginina varia conforme a espécie, estado nutricional e estágio de desenvolvimento e pode ser feita a partir da citrulina, que por sua vez pode ser sintetizada a partir da glutamina ou da prolina (Figura 1.2.). Estas vias metabólicas envolvem diversas enzimas, algumas das quais estão presentes em uma grande variedade de tipos de células, enquanto que a expressão de outras enzimas é restrita a órgãos específicos, como fígado, mucosa intestinal e rins. Isto resulta em funções metabólicas altamente compartimentalizadas em diferentes órgãos, sendo que na maioria dos animais, a via metabólica completa da síntese de arginina é encontrada somente no intestino delgado de neonatos. Em suínos, entretanto, a via completa também está presente em animais ao desmame. Em adultos, a maior parte síntese endógena de arginina envolve uma via inter-órgãos (conhecida como eixo intestinal-renal), na qual o intestino delgado libera citrulina na circulação sanguínea que é retirada primeiramente pelos rins para a conversão em arginina (Wu e Morris, 1998).

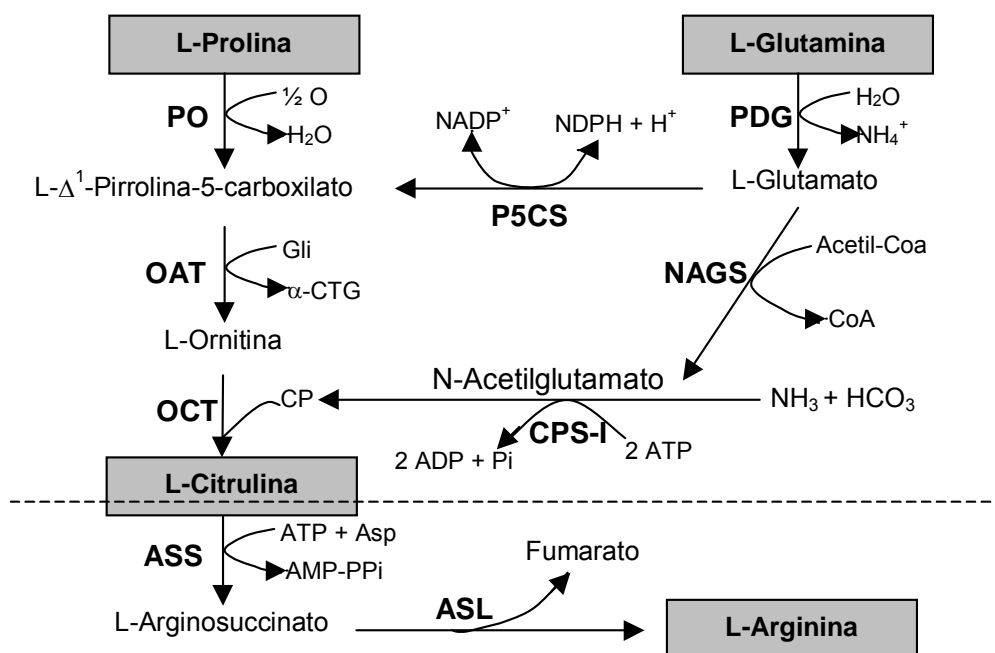


Figura 2. Vias da síntese intestinal de arginina e citrulina a partir da glutamina e da prolina em suínos (Wu et al., 2004).

ASL, Arginosuccinato liase; Asp, Aspartato; ASS, arginosuccinato sintetase; CP, carbomilfosfato; CPS-I, carbamilfosfato sintetase I; Glu, glutamato; α -CTG, α -cetoglutarato; NAGS, Naceilglutamato Sintetase. OAT, ornitina aminotransferase; OCT, ornitina carbamoiltransferase; PDG glutaminase fosfato-dependente; P5CS, Pirrolina 5-carboxilato sintetase e PO, prolina oxidase.

A glutamina (66 %), o glutamato (89 %) e a prolina (38 %) da dieta, além da glutamina do plasma (25-33 %), são extensivamente catabolizados no intestino delgado (Wu, 1998) e servem como os maiores precursores para a síntese intestinal de arginina ou citrulina. No nascimento, o intestino delgado é o local de maior síntese líquida de arginina, mas gradualmente se torna o local de maior produção líquida de citrulina, conforme a expressão intestinal de arginase aumenta. Esta transição é compensada pelo aumento gradual na capacidade dos rins em sintetizar arginina a partir da citrulina. Em mamíferos adultos, aproximadamente 60 % da produção líquida de arginina ocorre nos rins, onde a citrulina é retirada da circulação sangüínea e convertida

estequiometricamente em arginina. A taxa de síntese renal de arginina em adultos é limitada mais pela produção de citrulina em outros órgãos (como o intestino delgado) do que pela capacidade renal de síntese. Embora os rins também expressem arginase (arginina catabolismo), a expressão desta enzima e das enzimas de síntese estão separadas em diferentes partes do néfron, sendo que ocorre pouca ou nenhuma co-expressão destas duas vias enzimáticas opostas numa mesma célula. A maior taxa de síntese de arginina ocorre no ciclo da uréia no fígado, entretanto a produção líquida de arginina pelo fígado só é possível se o ciclo da uréia estiver com excesso de metabólitos intermediários (como a ornitina) pois o produto de cada reação enzimática está eficientemente conectado à próxima enzima do ciclo. Além disso, o alto nível de arginase nos hepatócitos resulta em pouca ou nenhuma produção líquida de arginina no fígado (Wu e Morris, 1998).

Embora não seja considerado um aminoácido essencial para adultos, arginina é um aminoácido essencial para máximo crescimento em mamíferos jovens (incluindo leitões), que têm uma necessidade de arginina para crescimento e funções metabólicas particularmente elevada. A deficiência de arginina pode ocorrer em várias condições nutricionais e clínicas, incluindo baixo fornecimento de arginina na dieta, redução da síntese intestinal de citrulina, deficiências genéticas em enzimas envolvidas na síntese de arginina, problemas no transporte de arginina, super-expressão do gene da arginase intestinal e redução na conversão de citrulina em arginina nos rins. A deficiência de arginina causa retardo no crescimento, disfunção intestinal e reprodutiva, reduzido desenvolvimento neurológico e imune, anormalidades

pulmonares e cardiovasculares, reduzida capacidade de cicatrização, hiperamonemia e até a morte (Wu et al., 2004).

Existem evidências que o leite de porca é deficiente em arginina. A primeira evidência é a grande diferença no perfil de aminoácidos entre o leite da porca (relação arginina:lisina de 0,35:1) e a proteína corporal de leitões de 7 dias de idade (relação arginina:lisina de 0,97:1). Além disso, Wu et al., (2000) estimaram a necessidade de arginina para crescimento e funções metabólicas e compararam com o fornecimento de arginina no leite. Segundo suas estimativas, a arginina do leite é responsável por menos de 40 % da necessidades de arginina de leitões com uma semana de idade. Então a síntese endógena de arginina deve ter um papel importante em manter a homeostase de arginina em leitões neonatos alimentados pela porca.

Entretanto, a síntese intestinal de citrulina e arginina a partir da glutamina e do glutamato diminui entre 70 a 73 % em leitões lactantes com 7 dias de idade comparados com leitões recém nascidos (Wu e Knabe, 1995). Da mesma forma, as taxas de síntese de arginina e citrulina a partir da prolina nos enterócitos são 75 a 88 % menores em leitões com 7 dias de idade comparados à leitões recém nascidos, e permanecem baixas aos 14 e aos 21 dias de idade (Wu, 1997).

As mudanças nas concentrações plasmáticas de aminoácidos em leitões lactantes foram avaliadas por Flynn et al. (2000), que observaram que a concentração plasmática da maioria dos aminoácidos não foi alterada durante o período de lactação de 21 dias. Entretanto, as concentrações de arginina e citrulina diminuiram progressivamente entre o 3^o e o 14^o dias de lactação. As

concentrações plasmáticas de arginina e citrulina diminuíram, respectivamente, em 20 e 26 % aos 7 dias e 37 e 41 % aos 14 dias, comparados com leitões de um dia de idade. Outros aminoácidos que apresentaram queda de concentrações foram isoleucina, leucina, treonina, valina, alanina e glutamina. Porém a concentração de arginina foi a que sofreu a maior queda entre os aminoácidos essenciais. Por outro lado, as concentrações plasmáticas de amônia (18 e 46 % aos 7 e 14 dias, respectivamente) e nitrato mais nitrito (16 e 29 % aos 7 e 14 dias, respectivamente) sofreram aumento quando comparadas às concentrações do primeiro dia.

Se o leite da porca não atende as necessidades de arginina dos leitões em lactação e a síntese endógena no intestino bem como a concentração plasmáticas de arginina nos leitões decrescem durante este período, é razoável acreditar que exista um déficit no aporte (tanto endógeno quanto exógeno) de arginina para atender as necessidades para crescimento máximo. De fato, Kim et al. (2004) observaram melhora no desempenho de leitões alimentados com dieta líquida artificial entre os 7 e 21 dias de idade, suplementados com 0,2 e 0,4 % de L-arginina. Embora apresentassem consumos semelhantes de dieta por unidade de peso corporal, os leitões suplementados com 0,2 e 0,4 % de L-arginina tiveram, respectivamente, um aumento de 28 e 66 % no ganho de peso dos 7 aos 21 dias de idade, comparados com os animais controle. Os níveis plasmáticos de arginina, citrulina e ornitina aumentaram nos leitões suplementados. Já os níveis de lisina e histidina (e demais aminoácidos) não foram afetados pela suplementação, demonstrando ausência de antagonismo entre aminoácidos.

Os níveis plasmáticos de amônia e uréia foram reduzidos com a suplementação de L-arginina, enquanto que os níveis de insulina e hormônio de crescimento aumentaram entre 24 a 27 % nos leitões suplementados com 0,4 % de L-arginina.

Preocupados com a viabilidade de sistemas de alimentação artificial, Wu et al. (2004) realizaram vários experimentos para viabilizar o suprimento de arginina em leitões lactantes naturalmente alimentados pela porca. A suplementação de arginina na dieta da porca do primeiro ao 21º dia de lactação não teve efeito sobre o nível de arginina no leite. Já a suplementação oral de leitões feita duas vezes ao dia com arginina-HCl (145 mg/kg peso corporal) aumentou os níveis plasmáticos de arginina, porém reduziu as concentrações de lisina e histidina no plasma. Da mesma forma, a suplementação de citrulina (121 mg/kg de peso corporal) duas vezes ao dia aumentou os níveis de citrulina e arginina no plasma, entretanto reduziu as concentrações plasmáticas de triptofano, histidina e lisina. Estes resultados indicam que leitões lactantes dos 7 aos 21 dias de idade têm grande capacidade de sintetizar arginina a partir da citrulina e que a deficiência de arginina nesses animais é resultado do limitado suprimento de citrulina do intestino delgado. Além disso, o efeito adverso da suplementação de arginina e citrulina em altas doses sobre a concentração de lisina, histidina e triptofano sugere uma redução na capacidade intestinal de absorção destes aminoácidos. Quando a frequência da suplementação foi aumentada de 2 para 6 vezes ao dia (48,3 mg/kg peso corporal), ocorreu a diluição no tempo da dose diária suplementada e não foi observada diferença na concentração plasmática de

lisina entre o grupo que recebeu suplementação de arginina e o grupo que recebeu alanina ou água. Entretanto, o aumento na frequência de suplementação provocou um aumento nos níveis plasmáticos de cortisol (um potente indutor da expressão da arginase nos enterócitos), resultando no aumento da atividade da arginase em todos os leitões manipulados (recebendo água, alanina ou arginina), de forma que os níveis de arginina plasmática dos leitões manipulados (inclusive aqueles suplementados com arginina) foi menor que os níveis observados no tratamento controle (sem manipulação).

A base metabólica para a redução na síntese de arginina e citrulina no intestino delgado de leitões é explicada por Wu et al. (2004). A N-acetilglutamato sintetase (NAGS), que catalisa a síntese de N-acetilglutamato (NAG) a partir do glutamato e do acetil-CoA (figura 1.2), é uma enzima restrita à mitocôndria do fígado e da mucosa intestinal e sua atividade diminui progressivamente nos enterócitos de leitões a partir dos 7 aos 14 dias de idade, resultando na redução da concentração de NAG mitocondrial nos enterócitos. NAG é um ativador alostérico da carbamilfosfato sintetase-I (CPS-I), que sintetiza o carbamil fosfato (CP) mitocondrial, necessário para a conversão de ornitina em citrulina. Então, embora a ornitina aminotransferase (OAT) e a ornitina carbomiltransferase (OCT) sejam abundantes nos enterócitos de leitões, somente cerca de 35 % da P5C derivada da prolina é convertida em citrulina nos enterócitos de leitões com 14 dias de idade (Dillon et al., 1999), em função da baixa concentração de carbamiloil fosfato (CP) na mitocôndria de leitões com 2 a 3 semanas de idade. Além disso, NAG é um ativador da L- Δ^1 -Pirrolina-5-carboxilato (P5C) sintetase, que cataliza a

formação de P5C a partir do glutamato. Então a redução da atividade da NAGS, reduz as concentrações de NAG, que vai se refletir tanto nas concentrações de CP quanto de P5C, reduzindo a produção de citrulina e, conseqüentemente, de arginina (figura 1.2).

O citosol das células de mamíferos, incluindo os enterócitos, apresenta alta atividade de enzimas (deacilases) para catabolizar NAG, limitando o uso de NAG extracelular para aumentar a concentração mitocondrial de NAG, limitando portanto a viabilidade da suplementação de NAG enteral ou paraenteral. Entretanto, o N-carbamilglutamato (NCG, um análogo do NAG) não é catabolizado por deacilases e é portanto um metabólico estável tanto para ativação de CPS-I quanto P5C sintetase (Wu et al., 2004). De fato, Wu et al. (2004) comprovaram que a suplementação de NCG aumenta a produção de citrulina e arginina nos enterócitos a partir da glutamina ou prolina, tanto *in vitro* quanto *in vivo*. No experimento *in vivo*, leitões lactantes de 4 dias de idade receberam doses orais de NCG (0 ou 50 mg/kg peso corporal) a cada 12 horas até os 14 dias de idade. Aos 14 dias de idade os leitões suplementados com NCG apresentaram um aumento de 32 % no peso corporal (5,46 contra 4,13 kg), 61 % no ganho de peso (3,41 contra 2,12 kg) e de 68 % na concentração plasmática de arginina. Além disso, a suplementação oral de NCG não afetou os níveis plasmáticos de lisina, triptofano, histidina, glutamina ou amônia. A composição corporal dos leitões também não foi afetada, mostrando que o ganho de peso se deu por uma maior deposição absoluta de tecido protéico, ao invés de uma desproporcional mudança na deposição de gordura.

Em vista dos dados apresentados, parece claro que a arginina é um dos maiores limitantes para o crescimento máximo em leitões alimentados com dietas à base de leite. E o aumento do suprimento de arginina, seja através do maior consumo de dieta ou do aumento dos níveis de arginina das dietas em leitões criados artificialmente ou do aumento da síntese intestinal endógena a partir da suplementação oral de NCG, têm grande impacto sobre o crescimento neonatal de leitões e grande potencial para aplicação na indústria de suínos.

1.2. Hipóteses

O objetivo dos trabalhos apresentados a seguir foi testar as seguintes hipóteses:

- 1) Leitões alimentados artificialmente com dietas líquidas apresentam maiores taxas de crescimento que leitões alimentados pela porca (Experimento 2);
- 2) É possível substituir parcialmente as proteínas do leite por proteínas de origem vegetal em dietas de leitões antes dos 21 dias de idade, sem prejuízos no desempenho (Experimentos 1 e 2);
- 3) A deficiência de arginina em dietas à base de proteínas podem limitar o crescimento dos leitões e o uso de ingredientes alternativos de origem vegetal pode aumentar os níveis de arginina na dieta sem necessidade de suplementação (Experimento 2).

2. Capítulo II

Avaliação de fontes de proteína vegetais em dietas líquidas artificiais fornecidas para leitões dos 2 aos 19 dias de idade

2.1. Introdução

De acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2002), o esmagamento e a inanição são responsáveis por 70 % da mortalidade de leitões na fase pré-desmame. Além disso, pesquisas têm demonstrado que a produção de leite da porca é fator limitante para o máximo crescimento de leitões em lactação (Harrell et al., 1993; Zijlstra et al., 1996b). De fato, Azain et al. (1996) demonstraram claro benefício na suplementação dos leitões lactentes com substituto lácteo em aumentar o peso ao desmame, especialmente quando as porcas estão submetidas ao estresse pelo calor. Entretanto, o benefício econômico potencial da tecnologia de alimentação líquida artificial deve ser avaliado levando em consideração o alto custo relativo de equipamentos especiais e das dietas líquidas artificiais à base de ingredientes lácteos (Odle e Harrell, 1998, 2001).

Vários ingredientes alternativos têm sido avaliados como substitutos completos ou parciais aos ingredientes lácteos. Em termos de proteína, o farelo de soja, proteína isolada de soja (PIS; Mateo e Veum, 1980), proteína hidrolisada de soja (Zijlstra et al. 1996a) e glúten de trigo (Chae et al., 1999)

têm sido as alternativas mais comuns. Em geral, o uso de proteínas vegetais resulta em pior desempenho para leitões jovens (menos de 14 dias de idade). Este pior desempenho tem sido relacionado à temporária limitação enzimática para a digestão de nutrientes de origem vegetal e a transitória hipersensibilidade a proteínas da soja (glicinina e β -conglucina) em suínos jovens (Li et al. 1990). Entretanto, McCracken et al. (1998) observaram que a proteína de soja, tanto intacta quanto hidrolisada, não produziram inflamação intestinal significativa em leitões neonatos. De forma semelhante, Moughan et al. (1990) relataram a ausência de diferenças na atividade de enzimas digestíveis em leitões alimentados com dietas à base de proteína isolada de soja ou proteínas do leite.

O objetivo deste experimento foi avaliar o efeito da substituição parcial da proteína de soro de leite por um produto comercial à base de proteínas vegetais modificadas (PVM) ou pela proteína isolada de soja (PIS) em dietas líquidas fornecidas para leitões dos 2 aos 19 dias de idade.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Local e Época

O experimento foi realizado nas instalações do Department of Animal Science da North Carolina State University (NCSU, Raleigh, North Carolina, EUA), em duas etapas, entre outubro de 2002 a fevereiro de 2003.

2.2.2. Animais e dietas

Os procedimentos com os animais foram aprovados pelo Institutional Animal Care and Use Committee of North Carolina State University. Foram utilizados 66 leitões cruzados (genética PIC) de dois dias de idade e ambos os sexos, pesando em média 1,8 kg, provenientes de 8 leitegadas (Murphy Family Farms, Magnolia, NC - EUA). O experimento foi repetido no tempo (dois blocos de tempo). Seis leitões foram abatidos no início de cada experimento para análise da composição corporal e medidas intestinais iniciais. Os demais leitões foram distribuídos nos tratamentos, de acordo com peso corporal inicial e leitegada de origem e alojados individualmente em gaiolas em sala de ambiente controlado (32 °C) (Apêndice 1).

Durante as primeiras 8 a 12 horas do experimento, os leitões foram treinados a consumir a dieta líquida fornecida manualmente através de um bico de látex. Este processo foi repetido a cada intervalo de uma ou duas horas para cada leitão, até que eles aprendessem a mamar sozinhos o leite através do aparelho. Após o treinamento, um sistema de fluxo por gravidade (McClead et al., 1990) foi empregado. O sistema consistiu de uma garrafa plástica de dois litros localizada sobre a gaiola com um tubo plástico conectando a garrafa ao bico de mamadeira preso na gaiola. Para manter os ingredientes em uma suspensão uniforme, um agitador magnético foi utilizado sob cada garrafa (Apêndice 1). As dietas foram reconstituídas diariamente com água na base de 15 % de sólidos e mantidas sob refrigeração a 4 °C até cada refeição. A dieta líquida fresca foi pesada e adicionada às garrafas 4 vezes ao dia (8, 13, 18 e 23 horas) para garantir aos leitões acesso *ad libitum* à dieta fresca. A dieta não

consumida foi pesada e descartada e todos os componentes do sistema de alimentação foram limpos duas vezes ao dia (8:00 e 16:00 h). Os leitões foram pesados e a ocorrência de diarreia foi registrada diariamente (8:00 horas). O período experimental foi dos 2 aos 19 dias de idade dos leitões.

As dietas foram preparadas por Milk Specialties Co. (Dundee, IL - EUA) como fórmulas em pó seco, diferindo principalmente quanto à fonte de proteína. Na primeira repetição no tempo do experimento, quatro dietas foram utilizadas: Dieta 1) controle positivo, com o soro de leite como única fonte protéica (SORO); Dieta 2) proteína de soro de leite parcialmente substituído (aproximadamente 31 %) pela mistura proteínas vegetais modificadas (PVM-1), Dieta 3) proteína de soro parcialmente substituída (aproximadamente 62 %) pela mistura de proteínas vegetais modificadas (PVM-2) e Dieta 4) controle negativo, com a proteína de soro sendo parcialmente substituída (aproximadamente 62 %) por proteína isolada de soja (PIS) (Tabela 1). Devido ao pior desempenho dos leitões alimentados com a dieta controle positivo (SORO) comparados com as dietas em teste na primeira repetição, uma quinta dieta foi incluída na segunda repetição do experimento. Nesta dieta (CASEINA), aproximadamente 47 % da proteína do soro foi substituída por caseína. Os dados desta quinta dieta foram utilizados somente como valores de referência para o primeiro controle positivo e não foram incluídos na análise estatística.

Tabela 1. Ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes %	Dietas				
	SORO	PVM-1	PVM-2	PIS	Caseína
Soro de leite em pó	51,88	52,70	50,45	43,95	49,68
Proteína concentrada de soro	21,57	13,13	5,70	5,93	10,03
Soro sem lactose ^a				4,25	
Gordura ^b	21,79	19,96	19,83	22,10	21,86
PVM ^c	-	9,21	18,43	-	-
Proteína isolada de soja (PIS)	-	-	-	18,13	-
Caseinato de sódio	-	-	-	-	12,85
Fosfato bicálcico, dihidrato	1,39	1,25	1,19	1,00	1,15
Cloreto de Cálcio	0,62	0,86	1,10	1,26	0,82
L-lisina (HCl)	-	0,05	0,35	0,33	-
DL-metionina	0,12	0,13	0,24	0,41	0,26
Citrato de Sódio					0,7
Premix ^d	2,63	2,71	2,71	2,64	2,65

^a Soro de leite seco, removido a porção de lactose.

^b A fonte de gordura utilizada foi banha de suíno, que foi adicionado como spray-dried, encapsulada com proteína concentrada de soro (nas dietas Soro e PIS) ou PVM (nas dietas PVM-1 e PVM-2). A mistura continha também emulsificante.

^c Proteína Vegetal Modificada, produzidas por Milk Specialties Co. (Dundee, IL 60118), contendo proteínas de soja e trigo, processadas para aumentar a solubilidade para utilização em dietas líquidas.

^d Vit. E 0,04 %, premix mineral 0,5 %; premix vitamínico 0,08 %, Sorbato de Potássio 0,45 %, Aromatizante (gordura de manteiga em pó) 0,05 % e Ácido Cítrico 1,0 %.

As dietas foram formuladas (Tabela 2) para conter níveis semelhantes de energia metabolizável e lisina total (1,94 %) e atender as necessidades apresentadas pelo NRC (1998) para leitões dos 3 aos 5 kg de peso. Cobalto-EDTA foi preparado conforme descrito por Uden et al. (1980) e adicionado (0,1 %) às dietas 36 horas antes do final do experimento como indicador indigestível.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais ^a

Item	Dietas				
	SORO	PVM-1	PVM-2	PIS	Caseína
EM, kcal/kg	4.449	4.448	4.449	4.449	4.449
Proteína Bruta, %	21,71	24,64	27,10	26,78	23,28
Gordura, %	22,81	21,47	20,97	22,37	21,84
Lactose, %	39,64	37,68	35,75	35,22	38,56
Cinzas, %	6,39	8,05	7,83	8,31	8,35
Cálcio, %	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fósforo, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,800
Sódio, %	0,36	0,49	0,65	0,57	0,48
Cloro, %	0,94	0,92	0,93	0,93	0,92
Potássio, %	1,17	1,13	1,12	1,20	1,12
Aminoácidos Totais, %					
Lisina	1,85	1,94	1,98	1,95	1,99
Triptofano	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Treonina	1,37	1,35	1,29	1,10	1,17
Metionina	0,57	0,55	0,70	0,75	0,76
Leucina	2,22	2,26	2,34	2,25	2,51
Isoleucina	1,35	1,31	1,40	1,34	1,32
Valina	1,32	1,28	1,44	1,38	1,47
Fenilalanina	0,73	0,91	1,12	1,21	1,01
Tirosina	0,56	0,66	0,76	0,78	0,84
Arginina	0,57	0,90	1,10	1,52	0,74
Histidina	0,43	0,44	0,58	0,62	0,59
Ácido Aspártico	2,29	2,12	2,54	2,89	2,01
Ácido Glutâmico	3,63	3,54	5,22	4,96	4,87
Serina	0,83	1,12	1,03	1,00	0,92
Prolina	1,25	1,58	1,74	1,38	1,98
Glicina	0,45	1,32	0,77	0,90	0,44
Alanina	1,03	1,01	1,09	1,06	0,86

^a Valores calculados para EM, gordura, lactose e triptofano em todas as dietas e todos aminoácidos na dieta PVM-1. Valores analisados para proteína bruta e cinzas em todas as dietas e aminoácidos (exceto triptofano) nas dietas SORO, PVM-2, PIS e CASEÍNA.

2.2.3. Abate e coleta de amostras

No último dia do experimento (19 dias de idade), todos os leitões foram abatidos para amostragem da digesta gástrica e ileal e mucosa intestinal. Os leitões foram anestesiados com gás isoflurano a 5% (v/v), a cavidade

abdominal foi aberta e o trato gastrintestinal foi removido a partir da junção gastro-esofágica até a porção distal do reto. Amostras de sangue foram coletadas da veia jugular em tubos heparinizados e mantidos no gelo. Após a coleta, os leitões foram mortos por exsanguinação. O conteúdo gástrico foi coletado e o pH medido imediatamente. O intestino delgado foi dissecado livre do mesentério e organizado em quatro segmentos de igual comprimento. A superfície externa do íleo foi lavada com água destilada para remover resíduos de sangue e o conteúdo foi coletado e armazenado a -80°C . Nas posições de 25, 50 e 75 % do comprimento do intestino delgado (medido a partir do final do piloro) dois segmentos adjacentes de 3 e 10 cm de comprimento foram coletados. O restante da digesta no intestino foi removida e a carcaça vazia foi armazenada a -20°C . O segmento de 10 cm do intestino foi aberto longitudinalmente e a mucosa foi raspada com lâmina de vidro e pesada (Dahlqvist, 1964). A mucosa foi transferida para um moedor de tecido Kontes e homogeneizado em 4 volumes de solução tampão fosfato mantida no gelo (PBS). Amostras foram congeladas a -80°C até análise. O segmento intestinal de 3 cm foi imerso em tubos contendo solução fixadora gelada (FEA: formalina, 95% etanol e solução ácido acético glacial) e armazenada a 4°C por 24 h.

2.2.4. Nitrogênio da uréia no plasma

Após a coleta, as amostras de sangue foram centrifugadas (Beckman, modelo J-B6) em $824 \times g$ por 10 min e o plasma foi coletado e armazenado a -20°C . O plasma foi analisado para nitrogênio uréico pelo procedimento quantitativo urease/Berthelot (Sigma Diagnostics, St. Luis, MO)

baseado no método descrito por Fawcett e Scott (1960) e Chaney e Marbach (1962).

2.2.5. Atividade da enzima Leucina Aminopeptidase

O homogeneizado de mucosa intestinal foi descongelado em temperatura ambiente e centrifugado a 1,800 x g por 10 min (Beckman, modelo J-B6). A solução sobrenadante foi coletada e armazenada a -80°C . A atividade da enzima de membrana Leucina aminopeptidase foi medida como descrito por Goldberg e Ruttenburg (1958), com modificações. Um ml de homogeneizado de mucosa diluído (diluição de 1 para 400 em água destilada) foi incubado com um ml de substrato (solução 0,00137 M de L-leucil- β -naphthylamide hidrócloride, misturado com igual volume de solução tampão fosfato com 0,2 M e pH 7,0) a 37°C por 30 min. Após 30 minutos, a hidrólise foi interrompida pela adição de um ml de solução ácido tricloroacético 40 %. 0,5 ml desta mistura foram transferidos para outro tubo de teste e a diazonização do β -naphthylamine foi concluída pela adição de 0,5 ml de solução de sódio nitrito a 0,1 %. Depois de 3 minutos, o excesso de sódio nitrito foi decomposto pela adição de 1 cc de solução de amônia sulfamato. A reação foi concluída em 2 minutos. Então, 2 ml de solução de N-(1-Naphthyl)ethylenediamine dihidrócloride em ethanol a 95% (1 mg por ml) foi adicionado ao tubo para produzir um azo de cor azul em pH 1,2. Após 30 minutos em temperatura ambiente, a densidade da cor foi medida por colorimetria (560 m μ). A curva de calibração foi preparada com 3 a 30 μg de β -naphthylamina em água. O conteúdo de proteína no homogeneizado de mucosa foi determinado pelo

método de Buiet (Gornall et al., 1949). A atividade da leucina aminopeptidase foi expressa como μmol de β -naphthylamine liberado por minuto por g de proteína.

2.2.6. Morfologia intestinal

Após 24 horas na solução fixadora, os segmentos do intestino delgado foram imersos em solução de etanol a 70 % e armazenados em temperatura ambiente. Os segmentos foram desidratados durante um período de 2 dias usando concentrações crescentes de etanol (80 % até absoluto) e xileno. Os segmentos foram então embebidos em parafina e resfriados a 4 °C. Cortes transversais de aproximadamente 5 μm de espessura foram montados sobre lâmina de vidro. As lâminas permaneceram em estufa (60 °C) durante a noite e então foram coloridas com hematoxilina e eosina-Y (Luna, 1968). Seis alturas e diâmetros de vilosidades e seis profundidades de criptas foram medidas aleatoriamente em cada lâmina usando microscópio ótico e um sistema computacional de morfometria (BioScan Optimetric, BioScan Inc., Edmonds, WA). A área das vilosidades foi calculada como sendo: Área = (largura x 3,14) x (2 x altura + raio).

2.2.7. Análise de composição corporal, aminoácidos e Cobalto

As carcaças foram moídas duas vezes em moedor de carne. Após cada moagem, o material foi homogeneizado. Da mistura final foi retirada uma amostrada e armazenada a -20 °C até posterior análise de matéria seca, cinzas, proteína bruta (nitrogênio x 6,25) e gordura (AOAC, 1997). As análises

de Co e aminoácidos das dietas e da digesta ileal foram realizadas em laboratório comercial (Experiment Station Chemical Labs, University of Missouri), utilizando os métodos da AOAC. Somente as amostras das dietas e da digesta ileal dos leitões que consumiram as dietas SORO, PVM-2, PIS e CASEINA foram submetidas à análise de cobalto e aminoácidos. Foi assumido que os valores de digestibilidade para a dieta PVM-1 seriam intermediários entre as dietas SORO e PVM-2 e portanto não foram analisados. A concentração de triptofano não foi determinada em nenhuma análise.

2.2.8. Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado um delineamento em blocos. Os leitões foram distribuídos nos tratamentos de acordo com a leitegada de origem e o peso corporal, sem distinção de sexo. Cada leitão foi considerado uma unidade experimental, totalizando, nos dois blocos no tempo, 12 repetições no grupo inicial e 12 repetições por tratamento (mais 6 repetições no tratamento CASEINA). O efeito da proteína na dieta foi avaliado usando análise de variância e as médias separadas pelo teste de Tukey. O efeito do bloco (tempo) foi incluída no modelo de análise de variância mas não foi relatado devido à ausência de interação com efeito de tratamento. Nas variáveis de desempenho, o peso inicial foi usado como co-variável e os valores apresentados são as médias ajustadas (least square means, GLM, SAS - SAS Inst. Inc., Cary, NC), nos demais casos são apresentadas as médias aritméticas. Dois leitões foram excluídos da análise em função de severa diarreia e baixo consumo de dieta. Os dados do tratamento CASEINA (segunda

repetição no tempo) não foram incluídos na análise estatística. Os demais dados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) exceto para os dados de diarreia que foram analisados utilizando o procedimento FREQ.

2.3. Resultados

2.3.1. Desempenho

No 9º dia de idade, os leitões alimentados com a dieta PVM-2 já estavam 25 % mais pesados do que aqueles alimentados com a dieta SORO e 12 % mais pesados que os leitões que receberam a dieta PVM-1 (Tabela 3). Nos dias 16 e 19, os leitões alimentados com a dieta SORO estavam em média 17 % mais leves que os leitões alimentados com as outras dietas.

Durante a primeira semana do experimento, os leitões alimentados com PVM-2 tiveram um ganho diário de peso (GDP) 60 % maior que os leitões que receberam dieta SORO e 25 % maior que os leitões do tratamento PVM-1. Mesmo os leitões alimentados com PIS tiveram um (GDP) 20 % maior que aqueles alimentados com SORO. Não houve diferenças no GDP entre as dietas PVM-2 e PIS ou entre SORO e PVM-1. De forma semelhante, durante a segunda semana, os leitões alimentados com soro ganharam peso mais lentamente do que os leitões alimentados com as demais dietas. Durante todo o período experimental, os leitões do tratamento SORO ganharam aproximadamente 100 g/dia menos peso que os leitões dos tratamentos PVM-2 e PIS.

Tabela 3. Desempenho de leitões alimentados com dietas líquidas contendo diferentes fontes de proteína dos 2 aos 19 dias de idade.^a

Item	Dietas				ANOVA <i>P</i> > <i>F</i>
	Soro	PVM-1	PVM-2	PIS	
Peso Corporal, g					
dia. 2	1,826 ± 72	1,792 ± 72	1,856 ± 72	1,813 ± 72	0,934
dia 9	3,147 ± 109 ^z	3,525 ± 100 ^{yz}	3,948 ± 100 ^x	3,773 ± 110 ^{xy}	<0,001
dia 16	5,503 ± 197 ^y	6,398 ± 188 ^x	6,904 ± 180 ^x	6,645 ± 188 ^x	<0,001
dia 19	6,805 ± 244 ^y	7,940 ± 211 ^x	8,518 ± 211 ^x	8,079 ± 210 ^x	<0,001
Ganho diário de peso, g/d					
d. 2 a 9	189 ± 15 ^z	243 ± 14 ^{yz}	304 ± 14 ^x	279 ± 15 ^{xy}	<0,001
d. 9 a 16	349 ± 14 ^y	418 ± 14 ^x	430 ± 13 ^x	436 ± 14 ^x	0,001
d. 16 a 19	436 ± 22 ^y	510 ± 19 ^{xy}	541 ± 19 ^x	506 ± 19 ^{xy}	0,012
d. 2 a 19	291 ± 13 ^y	359 ± 11 ^x	394 ± 11 ^x	388 ± 13 ^x	<0,001
Consumo diário de ração, g MS/d					
d. 2 a 9	163 ± 11 ^y	174 ± 10 ^{xy}	204 ± 10 ^x	195 ± 11 ^{xy}	0,058
d. 9 a 16	362 ± 18 ^y	384 ± 17 ^{xy}	398 ± 16 ^{xy}	445 ± 17 ^x	0,014
d. 16 a 19	521 ± 27	545 ± 24	557 ± 24	562 ± 24	0,706
d. 2 a 19	295 ± 14 ^y	332 ± 12 ^{xy}	344 ± 12 ^x	361 ± 15 ^x	0,023
Eficiência alimentar (ganho/consumo)					
d. 2 a 9	1,15 ± 0,06 ^y	1,43 ± 0,06 ^x	1,48 ± 0,06 ^x	1,47 ± 0,06 ^x	0,002
d. 9 a 16	0,98 ± 0,04	1,10 ± 0,04	1,09 ± 0,04	0,99 ± 0,04	0,139
d. 16 a 19	0,84 ± 0,05	0,94 ± 0,04	0,98 ± 0,04	0,91 ± 0,04	0,198
d. 2 a 19	0,99 ± 0,04 ^y	1,10 ± 0,03 ^{xy}	1,15 ± 0,03 ^x	1,09 ± 0,03 ^{xy}	0,037

^a Valores são médias ajustadas ± erro padrão; n = 9-12. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem entre si, *P* < 0.05.

Durante a primeira semana, o consumo diário de ração (CDR, expresso em matéria seca) dos leitões alimentados com PVM-2 foi 25 % maior do que dos leitões alimentados com SORO. Na a segunda semana, leitões alimentados com PIS tiveram um CDR 23 % maior que os leitões que consumiram a dieta SORO. No geral, os animais que consumiram as dietas

PVM-2 ou PIS tiveram maior CDR (~22 %) que leitões que consumiram a dieta SORO.

Durante a primeira semana, os leitões da dieta SORO foram cerca de 20 % menos eficientes que os leitões das outras dietas. Não foram observadas diferenças na eficiência alimentar entre os tratamentos na segunda semana, entretanto no período total, a dieta PVM-2 proporcionou uma eficiência alimentar (EA) 16 % maior que a dieta SORO.

O PC aos 19 dias de idade e o GDP e CDR dos 2 aos 19 dias de idade dos leitões no tratamento CASEINA foram: $7,265 \pm 0,703$ kg, 305 ± 44 g/dia e 283 ± 27 g/dia (dados não apresentados), respectivamente, sendo estes valores semelhantes aos observados nos leitões da dieta SORO.

A ocorrência de diarreia foi baixa e registrada mais frequentemente durante os primeiros dias do experimento. Maior ocorrência de diarreia foi observada na segunda repetição no tempo do experimento. No geral, leitões alimentados com a dieta PVM-2 tiveram menos (Chi quadrado, $P=0,005$) casos de diarreia (7 de 204 possibilidades) que as demais dietas. A frequência da ocorrência de diarreia foi 26/170 para a dieta SORO, 22/204 para a dieta PVM-1 e 29/204 para a dieta PIS.

2.3.2. Digestibilidade ileal aparente da matéria seca e aminoácidos e consumo de aminoácidos digestíveis

Não foram observadas diferenças entre as dietas para a digestibilidade ileal aparente da matéria seca (CDMS) (Tabela 4). A digestibilidade ileal aparente da maioria dos aminoácidos foi entre 7 a 10 %

maior na dieta SORO comparada com as dietas PVM-2 e PIS. Para os aminoácidos essenciais, com exceção da arginina, que não apresentou diferença, e da histidina, que só foi diferente entre SORO e PIS, todos os outros aminoácidos essenciais foram mais digestíveis na dieta SORO do que nas dietas PIS e PVM-2. Com relação aos aminoácidos não essenciais, a digestibilidade da tirosina na dieta SORO foi maior do que a da dieta PIS. As dietas SORO e PVM-2 apresentaram maior digestibilidade para prolina do que a dieta PIS. Os ácidos glutâmico e aspártico e a alanina foram mais digestíveis na dieta SORO e não foram observadas diferenças na digestibilidade da glicina e serina entre as dietas.

Tabela 4. Digestibilidade ileal aparente da matéria seca e aminoácidos em leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta ^a

Digestibilidade, %	SORO	Dietas PVM-2	PIS	ANOVA <i>P</i> > <i>F</i>
Matéria Seca	85,50 ± 1,06	86,14 ± 1,03	85,16 ± 0,99	0,732
Lisina	85,55 ± 1,49 ^x	78,87 ± 1,35 ^y	77,15 ± 1,41 ^y	<0,001
Metionina	91,30 ± 0,98 ^x	87,81 ± 0,89 ^y	86,43 ± 0,89 ^y	0,001
Treonina	77,24 ± 1,66 ^x	70,90 ± 1,50 ^y	66,65 ± 1,57 ^y	<0,001
Leucina	91,53 ± 1,43 ^x	81,50 ± 1,29 ^y	80,80 ± 1,29 ^y	<0,001
Histidina	86,13 ± 1,70 ^x	81,29 ± 1,54 ^{xy}	77,18 ± 1,54 ^y	0,001
Valina	86,02 ± 1,59 ^x	78,51 ± 1,44 ^y	75,38 ± 1,44 ^y	<0,001
Fenilalanina	87,19 ± 1,59 ^x	82,03 ± 1,44 ^y	79,26 ± 1,44 ^y	0,001
Isoleucina	90,79 ± 1,50 ^x	81,95 ± 1,35 ^y	77,30 ± 1,35 ^z	<0,001
Arginina	85,26 ± 1,54	81,99 ± 1,39	84,64 ± 1,39	0,210
Total essencial ^b	86,91 ± 1,41 ^x	80,06 ± 1,27 ^y	78,71 ± 1,27 ^y	<0,000
Tirosina	86,35 ± 1,88 ^x	80,90 ± 1,70 ^{xy}	76,98 ± 1,70 ^y	0,001
Prolina	81,58 ± 1,81 ^x	79,49 ± 1,63 ^x	73,51 ± 1,63 ^y	0,004
Ácido Glutâmico	87,40 ± 1,35 ^x	82,76 ± 1,22 ^y	81,86 ± 1,28 ^y	<0,010
Ácido Aspártico	87,74 ± 1,46 ^x	78,29 ± 1,32 ^y	76,71 ± 1,32 ^y	<0,001
Alanina	84,70 ± 1,73 ^x	75,91 ± 1,56 ^y	71,39 ± 1,56 ^y	<0,001
Glicina	63,59 ± 2,59	67,61 ± 2,34	67,14 ± 2,46	0,453
Serina	75,02 ± 1,87	71,42 ± 1,69	70,14 ± 1,69	0,131
Total analisado, %	85,65 ± 1,44 ^x	79,51 ± 1,31 ^y	77,91 ± 1,37 ^y	<0,001

^a Valores são médias ± erro padrão, n = 9-12. ^b Não inclui Triptofano. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letras em comum diferem, *P* < 0.05.

Na dieta CASEINA, os valores de digestibilidade ileal aparente foram: $86,65 \pm 1,27 \%$, $90,34 \pm 1,27 \%$ e $87,12 \pm 2,90 \%$, respectivamente para matéria seca, aminoácidos essenciais e aminoácidos não essenciais.

Tabela 5. Consumo médio diário de aminoácidos digestíveis de leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta

Consumo, g/d	Dietas			ANOVA <i>P</i> > <i>F</i>
	SORO	PVM-2	PIS	
Lisina	$4,86 \pm 0,29$	$5,43 \pm 0,26$	$5,12 \pm 0,26$	0,375
Leucina	$6,22 \pm 0,33$	$6,65 \pm 0,30$	$6,31 \pm 0,30$	0,590
Isoleucina	$3,74 \pm 0,19$	$4,00 \pm 0,17$	$3,60 \pm 0,17$	0,592
Valina	$3,47 \pm 0,19$	$3,94 \pm 0,18$	$3,62 \pm 0,17$	0,207
Metionina	$1,58 \pm 0,10^y$	$2,13 \pm 0,09^x$	$2,26 \pm 0,09^x$	<0,001
Histidina	$1,13 \pm 0,08^y$	$1,64 \pm 0,07^x$	$1,66 \pm 0,07^x$	<0,001
Fenilalanina	$1,93 \pm 0,15^y$	$3,20 \pm 0,14^x$	$3,34 \pm 0,14^x$	<0,001
Treonina	$3,24 \pm 0,16^x$	$3,18 \pm 0,14^x$	$2,53 \pm 0,14^y$	0,004
Arginina	$1,47 \pm 0,17^z$	$3,14 \pm 0,15^y$	$4,49 \pm 0,15^x$	<0,001
Total essencial aa ^b	$27,67 \pm 1,67^y$	$33,35 \pm 1,52^x$	$32,95 \pm 1,52^x$	0,035
Serina	$1,90 \pm 0,13^y$	$2,56 \pm 0,12^x$	$2,44 \pm 0,12^x$	0,002
Glicina	$0,88 \pm 0,11^y$	$1,81 \pm 0,10^x$	$2,06 \pm 0,10^x$	<0,001
Ácido Glutâmico	$9,70 \pm 0,77^y$	$15,02 \pm 0,70^x$	$13,86 \pm 0,70^x$	<0,001
Tirosina	$1,47 \pm 0,10^y$	$2,14 \pm 0,09^x$	$2,08 \pm 0,09^x$	<0,001
Prolina	$3,12 \pm 0,21^y$	$4,80 \pm 0,19^x$	$3,55 \pm 0,19^y$	<0,001
Ácido Aspártico	$6,15 \pm 0,38^y$	$6,92 \pm 0,34^{xy}$	$7,74 \pm 0,34^x$	0,016
Alanina	$2,66 \pm 0,15$	$2,89 \pm 0,13$	$2,64 \pm 0,13$	0,396
Total aa analisados	$53,57 \pm 3,51^y$	$69,52 \pm 3,20^x$	$67,34 \pm 3,19^x$	0,005

^a Valores são médias \pm erro padrão; n = 9-12. ^b Não inclui triptofano. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letra em comun diferem, *P* < 0.05.

Não foram observadas diferenças no consumo diário de lisina, leucina, isoleucina ou valina digestíveis entre os tratamentos (Tabela 5). Entretanto, leitões alimentados com dieta SORO tiveram um menor consumo diário de arginina, metionina, histidina e fenilalanina digestíveis do que os leitões alimentados com as dietas PVM-2 e PIS. Leitões que receberam a dieta PIS tiveram menor consumo diário de treonina digestível, porém um consumo 3 vezes maior de arginina digestível do que os leitões da dieta SORO. De forma

semelhante, o consumo de arginina digestível foi duas vezes maior nos leitões da dieta PVM-2 do que nos leitões da dieta SORO. Coletivamente, o consumo diário total de aminoácidos essenciais foi aproximadamente 20 % maior nas dietas PVM-2 e PIS do que na dieta SORO.

O consumo diário dos aminoácidos digestíveis não essenciais serina, glicina, glutamina e tirosina foi maior nas dietas PVM-2 e PIS do que na dieta SORO. O consumo de prolina digestível foi maior na dieta PVM-2 enquanto que o consumo de ácido aspártico digestível foi maior na dieta PIS, comparados com a dieta SORO. Não houve diferenças no consumo de alanina digestível entre as dietas. O consumo diário do total de aminoácidos digestíveis analisados foi cerca de 25 % maior para as dietas PVM-2 e PIS comparadas com a dieta SORO.

Leitões alimentados com a dieta CASEINA tiveram um consumo diário de aminoácidos essenciais digestíveis de $29,53 \pm 2,85$ g/dia e de total aminoácidos analisados de $59,43 \pm 5,57$ g/dia.

2.3.3. Consumo diário ajustado para peso corporal

Tabela 6. Consumo diário de matéria seca (MS), Energia Metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) ajustados para peso corporal. ^a

	Dietas				P
	SORO	PVM-1	PVM-2	PIS	
MS, g/kg PC/d	$72 \pm 2,74$	$71 \pm 2,36$	$70 \pm 2,36$	$72 \pm 2,75$	0,7432
EM, kcal/kg PC/d	321 ± 12	317 ± 10	307 ± 10	322 ± 12	0,7432
PB g/kg PC/d	$15,7 \pm 0,66$ ^b	$17,5 \pm 0,66$ ^{ab}	$18,9 \pm 0,86$ ^a	$19,9 \pm 0,83$ ^a	0,0020

^a Valores são médias \pm erro padrão; n = 9-12. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem, $P < 0.05$.

Quando o consumo diário foi expresso em relação ao peso corporal (Tabela 6), não foram observados diferenças no consumo diário de matéria seca (MS) e energia metabolizável (EM) entre os tratamentos. Já o consumo de proteína bruta (PB) foi maior nos tratamentos PVM-2 e PIS, comparados com o tratamento SORO. Os consumos ajustados no tratamento CASEÍNA foram: matéria seca $66 \pm 4,62$ g/kg PC/dia; energia metabolizável, 293 ± 20 kcal/kg PC/dia e proteína bruta, $15,3 \pm 1,07$ g/kg PC/dia.

Os consumos diários ajustados para o peso corporal (CD/PC) dos aminoácidos digestíveis estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Consumos diários aminoácidos digestíveis dos 2 aos 19 dias de idade ajustado para peso corporal ^a

aa, g/kg PC/dia	SORO	Dietas PVM-2	PIS	P
Lisina	$1,21 \pm 0,07$	$1,08 \pm 0,05$	$1,11 \pm 0,05$	0,4008
Valina	$0,86 \pm 0,05$	$0,78 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,03$	0,2682
Leucina	$1,56 \pm 0,09$	$1,32 \pm 0,06$	$1,34 \pm 0,06$	0,1043
Isoleucina	$0,94 \pm 0,05$ ^a	$0,79 \pm 0,03$ ^b	$0,76 \pm 0,03$ ^b	0,0251
Treonina	$0,81 \pm 0,04$ ^a	$0,63 \pm 0,03$ ^b	$0,54 \pm 0,03$ ^b	<0,0001
Arginina	$0,36 \pm 0,05$ ^c	$0,63 \pm 0,03$ ^b	$0,95 \pm 0,03$ ^a	<0,0001
Fenilalanina	$0,47 \pm 0,04$ ^b	$0,64 \pm 0,03$ ^a	$0,71 \pm 0,03$ ^a	0,0004
Metionina	$0,39 \pm 0,03$ ^b	$0,42 \pm 0,02$ ^{ab}	$0,48 \pm 0,02$ ^a	0,0324
Histidina	$0,28 \pm 0,02$ ^b	$0,33 \pm 0,01$ ^{ab}	$0,35 \pm 0,01$ ^a	0,0429
Serina	$0,47 \pm 0,03$	$0,51 \pm 0,02$	$0,52 \pm 0,02$	0,4985
Glicina	$0,20 \pm 0,02$ ^c	$0,36 \pm 0,02$ ^b	$0,44 \pm 0,02$ ^a	<0,0001
Ácido Glutâmico	$2,42 \pm 0,19$ ^b	$3,01 \pm 0,13$ ^a	$3,01 \pm 0,13$ ^a	0,0358
Tirosina	$0,36 \pm 0,02$	$0,42 \pm 0,02$	$0,44 \pm 0,02$	0,0673
Prolina	$0,78 \pm 0,05$ ^b	$0,95 \pm 0,03$ ^a	$0,75 \pm 0,03$ ^b	0,0019
Ácido Aspártico	$1,53 \pm 0,10$ ^{ab}	$1,38 \pm 0,07$ ^b	$1,65 \pm 0,07$ ^a	0,0434
Alanina	$0,66 \pm 0,04$	$0,57 \pm 0,02$	$0,56 \pm 0,02$	0,0752

^a Valores são médias \pm erro padrão; n = 9-12. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem, $P < 0,05$.

Não foi observado diferenças no CD/PC dos aminoácidos lisina, valina, leucina, serina, tirosina e alanina entre as dietas. Os leitões alimentados com a dieta SORO tiveram maior CD/PC de treonina que os leitões alimentados com PVM-2 e PIS. O CD/PC de metionina e histidina foi maior na dieta PIS comparada com a dieta SORO. Os CD/PC de fenilalanina e ácido glutâmico foram maiores nas dietas PIS e PVM-2 comparados com a dieta SORO. A dieta PVM-2 apresentou maior CD/PC de prolina comparado com as dietas SORO e PIS. O CD/PC de ácido aspártico foi maior na dieta PVM-2 do que na dieta PIS. Os CD/PC de arginina e glicina foram maiores na dieta PIS do que na dieta PVM-2 e nesta maiores do que na dieta SORO.

2.3.4. Composição corporal e composição do ganho de peso

A composição corporal do grupo inicial (2 dias de idade) foi $78,51 \pm 0,56$ % de água, $12,69 \pm 0,19$ % de proteína, $3,94 \pm 0,52$ % de gordura e $2,82 \pm 0,04$ % de cinzas. Após 17 dias de alimentação, os leitões que consumiram a dieta SORO apresentaram uma composição corporal com aproximadamente 1 % menos proteína e 3 % mais gordura do que os leitões das dietas PVM-2 e PIS (Tabela 8). O percentual de cinzas foi mais alto nas carcaças de leitões alimentados com a dieta SORO. Não houve diferenças no percentual de água das carcaças entre os tratamentos. A composição das carcaças dos leitões alimentados com a dieta CASEINA teve $70,31 \pm 0,91$ % de água, $13,61 \pm 0,10$ % de proteína, $12,70 \pm 0,94$ % de gordura e $2,34 \pm 0,03$ % de cinzas. A taxa de deposição (g/dia) de água e proteína foi respectivamente 37 % e 42 % maior nas carcaças de leitões alimentados com PVM-2, PVM-1 e PIS do que nas

carcaças de leitões alimentados com SORO. A taxa de deposição de cinzas foi maior em leitões alimentados com PVM-2 e PIS do que em leitões alimentados com SORO.

A taxa de deposição de nutrientes na carcaça dos leitões alimentados com CASEINA foi de 204 g/dia de água, 42 g/dia de proteína, 50 g/dia de gordura e 6,33 g/dia de cinzas.

Tabela 8. Composição corporal (%) e taxa de deposição corporal (g/dia) de proteína, gordura, água e cinzas em leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta. ^a

Item	Dietas				Anova <i>P</i> > <i>F</i>
	Soro	PVM-1	PVM-2	PIS	
Composição Corporal, %					
Água	68,10 ± 0,70	69,87 ± 0,61	70,42 ± 0,61	70,26 ± 0,71	0,083
Proteína	12,81 ± 0,22 ^y	13,46 ± 0,19 ^{xy}	13,68 ± 0,19 ^x	13,85 ± 0,22 ^x	0,016
Gordura	15,42 ± 0,67 ^x	13,09 ± 0,58 ^{xy}	12,50 ± 0,57 ^y	12,51 ± 0,67 ^y	0,010
Cinzas	2,34 ± 0,03 ^x	2,15 ± 0,02 ^y	2,10 ± 0,02 ^y	2,12 ± 0,03 ^y	<0,001
Taxa de deposição, g/d					
Água	187 ± 8,74 ^y	242 ± 7,55 ^x	268 ± 7,53 ^x	260 ± 8,79 ^x	<0,001
Proteína	37 ± 2,19 ^y	49 ± 1,18 ^x	55 ± 1,89 ^x	54 ± 2,20 ^x	<0,001
Gordura	58 ± 4,13	56 ± 3,57	58 ± 3,55	57 ± 4,15	0,983
Cinzas	6,15 ± 0,34 ^y	7,11 ± 0,34 ^{xy}	7,65 ± 0,29 ^x	7,44 ± 0,34 ^x	0,012

^a Valores são médias ± erro padrão, n = 9-12. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem uma letra em comum diferem, *P* < 0.05.

2.3.5. pH Gástrico, nitrogênio da uréia no plasma, retenção de nitrogênio e atividade da leucina aminopeptidase

Não houve efeito de tratamento no pH do conteúdo gástrico medido aos 19 dias de idade (segunda repetição do experimento) (Tabela 9). A

concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP) foi mais baixa em leitões alimentados com SORO comparados com as outras dietas. Não foi observada diferenças na eficiência de retenção de nitrogênio entre os tratamentos, sendo que na média geral a retenção de N foi de 59 %. A atividade da enzima Leucina aminopeptidase (LAP) medida na porção de 75 % do comprimento do intestino delgado foi maior em leitões do tratamento PVM-1 do que em leitões do tratamento PIS. Não foram detectadas diferenças entre os tratamentos na atividade da LAP nas porções de 25 e 50 % do comprimento do intestino delgado.

Tabela 9. pH do conteúdo gástrico, nitrogênio da uréia no plasma (NUP) e atividade da enzima Leucina aminopeptidase (LAP) em leitões alimentados com diferentes fontes de proteínas na dieta ^a

	Dietas				Anova
	Soro	PVM-1	PVM-2	PIS	<i>P</i> > <i>F</i>
pH Gástrico	4,56 ± 0,15	4,31 ± 0,15	4,30 ± 0,16	4,22 ± 0,15	0,462
NUP, mg/dL	4,01 ± 0,36 ^x	5,32 ± 0,31 ^y	6,46 ± 0,32 ^y	5,77 ± 0,31 ^y	<0,001
Retenção de N, %	58,55 ± 2,55	56,17 ± 2,30	59,18 ± 2,30	61,16 ± 2,20	0,4877
LAP atividade, μmole/(min • g proteína)					
25 ^b	129 ± 11	107 ± 10	126 ± 10	114 ± 10	0,451
50 ^b	144 ± 15	152 ± 15	179 ± 15	153 ± 15	0,388
75 ^b	278 ± 32 ^{xy}	346 ± 32 ^x	263 ± 30 ^{xy}	219 ± 30 ^y	0,045
Média	184 ± 12	202 ± 12	189 ± 13	162 ± 12	0,135

^a Valores são médias ± erro padrão, n = 6 para pH e n = 9-12 para NUP e LAP. ^b 25, 50 e 75% do comprimento do intestino delgado. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem, *P* < 0.05.

Os valores de pH do conteúdo gástrico, NUP e atividade média da LAP em leitões do tratamento CASEINA foram, respectivamente $4,02 \pm 0,18$, $4,53 \pm 0,37$ mg/dL e 174 ± 10 μ mol/min/g proteína.

2.3.6. Morfologia intestinal

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para altura de vilosidades a 25 % do comprimento do intestino delgado (Tabela 10). A 50 % do comprimento do intestino, os leitões alimentados com dieta SORO tiveram vilosidades mais longas do que nos leitões alimentados com a dieta PVM-2. A 75 % do comprimento, os tratamentos SORO e PIS apresentavam vilosidades mais curtas comparadas com as do tratamento PVM-1. A altura média de vilosidades nas 3 porções do intestino foi maior para os leitões do tratamento PVM-1 comparado aos do PIS.

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos na profundidade de cripta em nenhuma das porções do intestino. A área de vilosidade na porção de 75 % do intestino foi maior em leitões do tratamento PVM-1 comparado aos tratamentos SORO e PIS. O valor médio da área nas três porções foi maior para PVM-1 do que para PIS. A relação entre altura de vilo e profundidade de cripta na porção de 50% foi maior no tratamento SORO comparado com HIDRO. Já na porção de 75% e na média das três porções a relação foi maior nos leitões alimentados com a dieta PVM-1.

Tabela 10. Altura e área de vilosidades, profundidade de criptas e relação entre altura de vilosidades e profundidade de criptas de três porções do intestino delgado de leitões alimentados com diferentes fontes de proteína na dieta (medido aos 19 dias de idade).^a

Item	Diets				Anova <i>P</i> > <i>F</i>
	Soro	PVM-1	PVM-2	PIS	
Altura de vilosidades, μm					
25 ^b	869 \pm 0,6	835 \pm 0,5	851 \pm 0,5	816 \pm 0,5	0,924
50	962 \pm 0,5 ^x	801 \pm 0,4 ^{xy}	731 \pm 0,4 ^y	783 \pm 0,4 ^{xy}	0,018
75	935 \pm 1,2 ^y	1.331 \pm 1,0 ^x	983 \pm 1,1 ^{xy}	781 \pm 1,0 ^y	0,010
Média	941 \pm 0,5 ^{xy}	1.019 \pm 0,4 ^x	855 \pm 0,4 ^{xy}	805 \pm 0,4 ^y	0,019
Profundidade de criptas, μm					
25	180 \pm 0,10	173 \pm 0,10	187 \pm 0,10	164 \pm 0,10	0,707
50	159 \pm 0,07	163 \pm 0,07	166 \pm 0,06	162 \pm 0,07	0,912
75	158 \pm 0,09	126 \pm 0,08	150 \pm 0,08	153 \pm 0,08	0,078
Média	168 \pm 0,07	156 \pm 0,06	168 \pm 0,06	160 \pm 0,06	0,563
Área de vilosidades, μm^2					
25	634 \pm 0,5	651 \pm 0,5	664 \pm 0,5	597 \pm 0,5	0,804
50	740 \pm 0,5	609 \pm 0,4	569 \pm 0,4	584 \pm 0,4	0,077
75	703 \pm 1,31 ^y	1.238 \pm 1,1 ^x	785 \pm 1,2 ^{xy}	590 \pm 1,1 ^y	0,003
Média	721 \pm 0,6 ^{xy}	872 \pm 0,5 ^x	672 \pm 0,4 ^{xy}	600 \pm 0,4 ^y	0,006
Altura de vilosidades/profundidade de criptas, $\mu\text{m}/\mu\text{m}$					
25	4,97 \pm 0,38	4,91 \pm 0,33	4,60 \pm 0,33	5,04 \pm 0,33	0,802
50	6,33 \pm 0,51 ^x	4,98 \pm 0,44 ^{xy}	4,45 \pm 0,46 ^y	4,88 \pm 0,46 ^{xy}	0,056
75	6,02 \pm 1,13 ^y	11,09 \pm 0,97 ^x	7,07 \pm 1,02 ^y	5,39 \pm 0,97 ^y	0,001
Média	5,71 \pm 0,42 ^{xy}	6,56 \pm 0,32 ^x	5,15 \pm 0,35 ^y	5,09 \pm 0,33 ^y	0,022

^a Valores são médias \pm erro padrão, $n = 9$ a 12 . ^b 25, 50 e 75% do comprimento do intestino delgado, a partir do piloro. ^{xyz} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem, $P < 0.05$.

2.4. Discussão

A média geral do ganho diário de peso (GDP) durante os 17 dias do experimento foi 358 ± 12 g/dia, o que é semelhante aos valores observados em outros experimentos com criação artificial de leitões com dietas líquidas (Jones

et al., 1977; Kim et al., 2001; Oliver et al., 2002) e maior do que observado em leitões amamentados naturalmente, sem suplementação (aproximadamente 130 % maior do que o GDP relatado por Azain et al., (1996) e 180 % maior que os dados apresentados por Wolter et al. (2002) para leitões de idades semelhantes).

O pior desempenho apresentado pelos leitões do tratamento SORO não pode ser completamente explicado apenas pelo menor consumo de dieta, já que a eficiência alimentar também foi pior na dieta SORO, especialmente na primeira semana do experimento. Além disso, quando o consumo diário foi ajustado para o peso corporal, não foram detectadas diferenças significativas para consumo de matéria seca e energia metabolizável. Aparentemente, existe uma contradição entre este resultado e o conhecimento tradicional, que assume que leitões jovens têm necessidades nutricionais diferenciadas, que incluem fontes de nutrientes de alta qualidade, especialmente no que diz respeito às proteínas, sendo as proteínas derivadas do leite consideradas as melhores fontes de proteína para leitões nesta idade.

Mateo e Veum (1980) relatam uma redução de aproximadamente 50 % no GDP de leitões de 1 a 15 dias de idade alimentados com dieta líquida à base de proteína isolada de soja (PIS), comparado a leitões alimentados com dietas à base de leite em pó desengordurado ou caseína, mas não observaram diferenças no desempenho dos leitões dos 15 aos 29 dias de idade. Newport (1980) não observou efeito no desempenho dos leitões dos 2 aos 28 dias de idade com a substituição parcial de leite em pó desengordurado por uma mistura de PIS e soro de leite em pó quando a proteína de soja foi responsável

por 37 % da proteína na dieta. Entretanto, um desempenho muito ruim foi observado quando a proteína de soja foi responsável por 74 % da proteína da dieta, sendo que somente quatro leitões de um total de 21 leitões neste tratamento sobreviveram até o final do experimento. Esta alta mortalidade foi relacionada a ocorrência de severos casos de diarreia.

Jones et al. (1977) relataram ausência de efeitos significativos sobre o desempenho de leitões quando 25 % do leite em pó desengordurado foi substituído por farinha de soja como fonte de proteína em uma dieta líquida fornecida à leitões dos 21 aos 36 dias de idade. McCracken et al. (1998) relataram um GDP intermediário para leitões alimentados com uma dieta à base de proteína de soja hidrolisada (109 g/dia) comparado com dietas à base de caseína/soro (121 g/dia) ou PIS (85 g/dia) dos 7 aos 17 dias de idade. Sohn et al. (1994a) testaram proteína isolada e concentrada de soja, leite em pó e farelo de soja como fontes de proteína em dietas de leitões dos 21 aos 35 dias de idade. As dietas com proteínas isolada e concentrada de soja proporcionaram GDP semelhantes às dietas com leite em pó e maiores GDP que a dieta com farelo de soja. A partir destes resultados, parece claro que a resposta à inclusão de proteínas vegetais nas dietas depende da porcentagem de inclusão, do processamento destas proteínas e da idade dos leitões. De fato, a melhora na eficiência de utilização de proteínas vegetais têm sido atribuída a uma adaptação do sistema de enzimas digestivas do leitões às fontes de proteína que ocorre com a idade (Kidder e Manners, 1980). Entretanto, nós não encontramos na literatura nenhum dado mostrando melhor desempenho para nenhuma dieta com fontes de proteína vegetal em

comparação com dietas com proteína do leite, fornecidas a leitões tão jovens como relatado neste experimento.

No geral, a digestibilidade ileal aparente da matéria seca foi de 85,6 %, sem diferenças entre os tratamentos. Este valor está de acordo com dados de literatura com leitões alimentados artificialmente nesta idade (Oliver et al., 2002). Trabalhando com leitões recém desmamados, Sohn et al. (1994b) relataram menor digestibilidade ileal da matéria seca em dietas à base de farelo de soja, porém não observaram diferenças na digestibilidade em dietas com fontes de proteínas como leite em pó, proteína isolada de soja e proteína concentrada de soja.

A digestibilidade ileal aparente da maioria dos aminoácidos foi maior na dieta SORO (exceto para arginina, glicina e serina, que não apresentaram diferenças). A digestibilidade ileal aparente da lisina foi de 85,55, 78,87 e 77,15 % nas dietas SORO, PVM-2 E PIS, respectivamente. Estes valores são mais baixos que aqueles relatados por Sohn et al. (1994b) para dietas à base de leite em pó (91,7%), proteína concentrada de soja (88,3%) e PIS (88,2%) oferecidas à leitões dos 25 aos 52 dias de idade. Esta diferença provavelmente está relacionada em parte à maturação do sistema enzimático digestivo dos leitões, que é dependente da idade, conforme demonstrado por Chae et al. (1999), que observaram maior digestibilidade das fontes de proteína em leitões aos 21 dias de idade comparados com leitões com 10 dias de idade (80,7 vs. 78,1 %). Estes autores relatam também que a digestibilidade ileal aparente da lisina foi menor em dietas à base de glúten de trigo (77,6 %) que em dietas à base de leite em pó (83,8 %) e PIS (84,6 %). Nossos dados mostram que a

digestibilidade ileal aparente de aminoácidos essenciais e do total de aminoácidos analisados foi em média cerca de 8 % menor na dieta PVM-2 e cerca de 10 % menor na dieta PIS comparadas com a dieta SORO.

Mavromichalis et al. (2001) relataram valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos no leite de porca: lisina 88 %; metionina 99 %, treonina 84 %, leucina 91 %, histidina 100 %, valina 87 % e arginina 90%. Todos estes valores são superiores aos encontrados em nosso experimento, mesmo nas dietas à base de proteínas do leite (exceto para leucina na dieta SORO, que teve valor similar ao observado no leite da porca). Entretanto, nossos dados não estão ajustados para a contaminação com aminoácidos endógenos, o que pode explicar, ao menos em parte, as diferenças nos resultados dos dois experimentos.

Apesar da maior digestibilidade dos aminoácidos na dieta SORO, o consumo de aminoácidos digestíveis foi maior para a maioria dos aminoácidos em leitões alimentados com as dietas PVM-2 e PIS, o que provavelmente explica o desempenho superior dos leitões que consumiram estas dietas. Embora não tenha havido diferença no consumo de lisina digestível, o consumo de metionina digestível foi cerca de 39% menor na dieta SORO. De forma semelhante, o consumo de arginina (113 a 205 %), histidina (~46 %), fenilalanina (~69 %) e ácido glutâmico (42 a 54 %) digestíveis foi menor na dieta SORO comparado às dietas PVM-2 e PIS. No geral, o consumo de aminoácidos digestíveis essenciais e totais foi, respectivamente, cerca de 20 e 28 % menor na dieta SORO. Quando expresso em relação ao peso corporal, as maiores diferenças no consumo de aminoácidos essenciais digestíveis

foram observadas para o aminoácido arginina, sendo que os leitões da dieta SORO consumiram apenas 37 % da arginina consumida pelos leitões da dieta PIS e 57 % da arginina consumida pelos leitões da dieta PVM-2.

Estas diferenças no consumo de aminoácidos digestíveis foram refletidas tanto na composição corporal quanto na taxa de deposição corporal de nutrientes. Leitões alimentados com a dieta SORO depositaram menos proteína que os demais leitões (de 32 a 48% menos). Apesar de terem maior porcentagem de gordura corporal, os animais do tratamento SORO não depositaram menos gordura na carcaça em termos absolutos, o que é resultado do menor GDP observado nestes leitões. Independente dos tratamentos aplicados, as carcaças dos leitões deste experimento foram mais gordas (13,38% de gordura) e apresentaram menor porcentagem de proteína (13,45 %) comparados aos dados apresentados por Oliver et al. (2002), que trabalhou com leitões de idade similar (11,6 % de gordura e 15,6 % de proteína).

A concentração de lisina por unidade de energia em nossas dietas foi 4,3 g de lisina total/Mcal de EM, o que está levemente abaixo da recomendação do NRC (1998) para leitões dos 3 aos 5 kg de peso corporal (4,5 g lisina total/Mcal EM) e bastante abaixo da concentração utilizada por Oliver et al. (2002) (6,2 g de lisina total/Mcal EM). Isto pode explicar a diferença na composição corporal entre os leitões nos dois experimentos. Entretanto, a relação lisina/energia entre as dietas usadas neste experimento não variaram significativamente: 3,5, 3,5 e 3,3 g de lisina digestível/Mcal de EM nas dietas SORO, PVM-2 e PIS, respectivamente. As diferenças observadas entre os

tratamentos podem ser relacionadas com o desequilíbrio de algum outro aminoácido, que não a lisina, ao invés de com a fonte de proteína em si. O desequilíbrio de aminoácidos pode ocorrer quando há excesso de determinados aminoácidos e ou falta de algum aminoácido essencial (aminoácido limitante). A redução no consumo de alimento é comum na maioria destas situações (NRC, 1998). Dietas artificiais formuladas para leitões podem ser especialmente sujeitas a este desequilíbrio entre aminoácidos, uma vez que as necessidades de aminoácidos destes leitões muito jovens não está ainda estabelecida.

Um dos aminoácidos que teve maior variação entre as dietas e maior diferença no consumo foi a arginina. O nível de arginina total no leite da porca é de 1,37 % (Mavromichalis et al., 2001), resultando em uma relação de 0,65 com o nível de lisina total no leite. Já o NRC (1998) sugere uma relação de apenas 0,40 para leitões dos 3 aos 5 kg de peso vivo. Southern e Baker (1983) recomendam uma relação de 0,48 para leitões recém-desmamados. As relações arginina/lisina usadas em nossas dietas experimentais foram de 0,30, 0,50 e 0,78 % para as dietas SORO, PVM-2 e PIS, respectivamente. Wu et al. (2004) demonstraram que o leite de porca é deficiente em arginina e que este é um aminoácido essencial para máximo crescimento em leitões dos 7 aos 21 dias de idade. Kim et al. (2004) observaram que a suplementação de dietas líquidas à base de proteínas do soro de leite com L-arginina teve grande e positivo impacto sobre o desempenho de leitões dos 7 aos 21 dias de idade. O consumo de arginina total observado por Kim et al. (2004) variou entre 1,8 a 3,46 g/dia ou 0,45 a 0,72 g/kgPC/dia, sendo que o ganho de peso respondeu

linearmente ao aumento do consumo de arginina. No presente experimento, o consumo diário de arginina total variou entre 0,36 a 0,95 g/kgPC/dia, sendo observado uma estabilização da resposta do ganho de peso ao aumento do consumo de arginina entre 0,63 e 0,93 g/kg PC/dia, intervalo no qual se encontra a resposta máximo obtida por Kim et al. (2004).

A concentração de nitrogênio da uréia no plasma (NUP) foi mais baixa em leitões alimentados com a dieta SORO, o que parece contraditório já que a concentração de NUP é positivamente correlacionada com a taxa de síntese de uréia e portanto, inversamente relacionada com a eficiência de deposição de nitrogênio, que não foi diferente entre os tratamentos. Porém, Coma et al. (1995) descreveu correlação positiva entre a concentração de NUP com ganho de tecido magro, causado pelo confundimento do efeito do consumo de ração. A quantidade de N ingerido tem uma correlação positiva com NUP, e a deposição de tecido magro pode ter também uma correlação positiva com consumo de N (como ocorreu neste experimento). Então, a utilização da concentração de NUP como estimativa de eficiência de deposição de N só é válida para consumos semelhantes de nitrogênio

A leucina aminopeptidase (LAP) é uma enzima digestiva da borda em escova do intestino delgado que libera aminoácidos das ligações terminais dos peptídeos (exopeptidase). Como a função desta enzima está relacionada aos estágios finais da digestão protéica, ela pode não ser um bom parâmetro para avaliar a atividade de proteinases em geral, entretanto (por ser expressa na borda em escova) pode ser um bom parâmetro para a avaliação da saúde e integridade das estruturas intestinais. A única diferença observada na atividade

da LAP foi uma maior atividade na porção de 75 % do intestino delgado de leitões alimentados com a dieta PVM-1 comparado com leitões alimentados com a dieta PIS. Da mesma forma, os resultados de morfologia não foram consistentes com os resultados de desempenho, mostrando um benefício geral para a dieta PVM-1 comparado com a dieta PIS (vilosidades mais longas nas posições de 50 e 75 % do comprimento do intestino delgado e maior área de vilosidades na posição de 75 %). A maior altura de vilosidades e maior relação entre altura de vilosidades e profundidade de criptas observada na porção de 50 % do comprimento do intestino delgado para as dietas SORO comparados com a dieta PVM-2 forma consistentes com os resultados de digestibilidade de aminoácidos.

Dados na literatura mostram que as proteínas da soja (glicinina e β -conglucina) induzem à uma hipersensibilidade transitória na mucosa intestinal de leitões recém desmamados. Li et al. (1990) relataram que leitões alimentados com dietas contendo proteínas de soja tiveram redução no crescimento, menor altura de vilosidades e maior profundidade de criptas comparados com leitões alimentados com dietas à base de proteínas de leite. Dreau et al. (1994) observaram que leitões desmamados aos 21 dias e idade e alimentados com dieta à base de proteína de soja intacta, apresentaram uma semana após o desmame menor área, perímetro, altura de vilosidades e relação entre altura de vilosidades e profundidade de cripta comparados a leitões cuja soja na dieta foi inativada para os antígenos glicinina e betaconglucina. Por outro lado, McCracken et al. (1998) testaram dietas líquidas à base de proteína de soja hidrolisada, proteína isolada de soja ou

proteína de soro/caseína e a falta de substancial efeitos das dietas levaram os autores à conclusão que soja hidrolisada ou intacta não causaram resposta inflamatória significativa no intestino delgado de leitões neonatos. Neste experimento, coletivamente, os resultados de morfologia favoráveis às dietas SORO e PVM-1 foram inconsistentes e, embora possam ser relacionados aos resultados de digestibilidade, não foram suficientes para alterar a saúde e as funções intestinais a ponto de influenciar no desempenho dos leitões.

2.5. Implicações

Apesar da menor digestibilidade de aminoácidos, tanto a proteína vegetal modificada quanto a proteína isolada de soja demonstraram ser boas alternativas para substituição parcial das proteínas do leite utilizadas em dietas líquidas para leitões neonatos. Mesmo que a comparação com a dieta à base de proteína do leite tenha sido prejudicada pelo baixo desempenho no tratamento controle positivo, os dados de desempenho das fontes de proteína alternativas foram similares aos melhores dados encontrados na literatura recente para leitões desta mesma idade. Os dados deste estudo revelam também que um adequado perfil de aminoácidos pode ser mais importante que a fonte de proteína em si. Claramente, mais estudos são necessários para definir melhor as necessidades nutricionais (especialmente aminoácidos) de leitões muito jovens. Em particular, nossos dados sugerem que a arginina pode ser limitante em dietas à base de proteínas do leite. Em conclusão, existe um valioso espaço para o uso de proteínas vegetais alternativas em dietas líquidas para estes leitões muito jovens. A utilização desta informação pode auxiliar na

redução dos custos destas dietas e tornar a tecnologia de alimentação artificial de leitões economicamente mais atrativa para a indústria de suínos.

3. Capítulo III

Avaliação da substituição parcial das proteínas lácteas por proteína isolada de soja e do nível de arginina em dietas líquidas para leitões dos 3 aos 21 dias de idade

3.1. Introdução

A produção de leite da porca é um importante fator limitante para o máximo crescimento de leitões em lactação e estratégias nutricionais e de manejo não têm se mostrado eficazes no aumento da quantidade de leite produzido (Hartmann et al. 1994). De fato, leitões criados artificialmente com dietas líquidas apresentam taxas de crescimento muito superiores àquelas obtidas com criação natural pela porca (Herrall et al., 1993; Zijlstra et al., 1996), especialmente após a primeira semana de lactação. A base metabólica para esta limitação do crescimento não está completamente esclarecida, mas está relacionada à limitada ingestão de energia ou proteína (ou de algum aminoácido) pelo leitão. Recentemente, trabalhos têm demonstrado que a arginina, um aminoácido essencial para mamíferos jovens, é deficiente no leite da porca (Wu et al., 2004) e sua suplementação em dietas artificiais à base de proteínas do leite melhora o desempenho de leitões (Kim et al., 2004).

Embora o sistema de criação artificial de leitões melhore o desempenho e reduza a mortalidade em leitões na fase pré-desmame, estas vantagens devem ser avaliadas contra o custo relativamente alto dos ingredientes lácteos que tradicionalmente compõem estas dietas (Odle e Harrell, 1998 e 2001). Então, a utilização de ingredientes alternativos de origem vegetal poderia contribuir para tornar este sistema economicamente mais atrativo para a indústria. Porém, dietas com alta inclusão de proteínas vegetais geralmente resultam em queda no desempenho de leitões com menos de duas a três semanas de idade (Pettigrew et al., 1977a e b; Newport, 1980; Mateo e Veum, 1980). Esta queda no desempenho têm sido relacionada ao fato de leitões jovens apresentarem reduzida capacidade enzimática para digestão de nutrientes de origem vegetal, além de hipersensibilidade transitória à antígenos presentes na proteína de soja (Li et al., 1990; Dréu et al., 1994). Apesar disso, dados recentes têm demonstrado que leitões podem utilizar satisfatoriamente ingredientes de origem vegetal (Oliver et al., 2002, experimento 1). Além disso, o novo conceito de que as proteínas do leite não apresentam um perfil ideal de aminoácidos para máximo crescimento de leitões, abre mais espaço para a investigação de fontes protéicas alternativas.

Os objetivos deste trabalho foram: 1) testar a eficiência de um sistema experimental de criação artificial de leitões em relação à um sistema de alimentação natural; 2) testar a substituição parcial das proteínas do leite por proteína isolada de soja nas dietas experimentais; 3) avaliar o efeito do nível de arginina das dietas e 4) comparar a os efeitos da suplementação de arginina

através de adição de aminoácido sintético ou do aumento na inclusão de ingrediente rico em arginina na formulação.

3.2. Material e métodos

3.2.1. Local e época

O experimento foi realizado simultaneamente em dois locais. Os leitões que permaneceram com as porcas (sistema de criação natural) foram acompanhados nas instalações da Unidade Produtora de Leitões da Cooperativa Languirú LTDA, Teutônia, RS. Os leitões do sistema de criação artificial foram alojados nas gaiolas de metabolismo do Laboratório de Ensino Zootécnico do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

O experimento foi realizado entre os meses de setembro e outubro o de 2004.

3.2.2. Animais e dietas

Foram utilizados 65 leitões com dois dias de idade, de ambos os sexos, de linhagem comercial e peso inicial de 1.618 g. Os leitões foram provenientes de 6 leitegadas. Na maternidade, todos os leitões das seis leitegadas foram pesados e 5 leitões de cada leitegada, com peso corporal próximo a média da leitegada, foram identificados e transferidos para as instalações experimentais na UFRGS. Os demais leitões (5 ou 6 leitões por leitegada) foram identificados e retornaram à baia de lactação com a porca. Após, leitões de outras leitegadas, com idade e peso semelhante, foram

adicionados às leitegadas doadoras de leitões, de forma que todas permanecessem com 10 leitões. Nestas leitegadas, os leitões identificados foram pesados individualmente novamente aos 9, 16 e 21 dias de idade. Nas instalações experimentais da UFRGS, os leitões foram novamente pesados, alojados individualmente em gaiolas de metabolismo para leitões, em sala de temperatura controlada (32°C) e distribuídos nos tratamentos de acordo com a leitegada de origem e o peso corporal.

Durante as primeiras 12 horas nas gaiolas, os leitões foram treinados a consumir a dieta experimental líquida fornecida manualmente com uma seringa de 60 ml através de um bico de látex. Este processo foi repetido em intervalos de aproximadamente duas horas para cada leitão, até que eles aprendessem a mamar sozinhos através do aparelho. Após o treinamento, um sistema de fluxo por gravidade (McClead et al., 1990) foi empregado, o qual consistiu de uma garrafa plástica de dois litros presa à gaiola metabólica, com um tubo plástico conectando a garrafa ao bico de látex preso na gaiola. Para manter os ingredientes semi-solúveis em uma suspensão uniforme, um agitador elétrico foi montado em cada garrafa e acionado automaticamente por 30 segundos a cada intervalo de 5 minutos. O agitador consistiu de um pequeno motor elétrico (12 VCC, entre 6 a 9 mil RPM), preso à tampa da garrafa, que movimentava um eixo e uma pequena hélice em aço inoxidável que estava em contato com a dieta e agitava a mistura.

As dietas foram reconstituídas diariamente com água fresca na relação de 150 g de dieta para 1 litro de água e mantidas sob refrigeração a 4 °C até cada refeição. A dieta líquida fresca foi pesada e adicionada às garrafas

quatro vezes ao dia (8, 13, 18 e 23 h) para garantir aos leitões acesso à vontade à dieta fresca. A dieta não consumida foi pesada e descartada e todos os componentes do sistema de alimentação limpos duas vezes ao dia (8 e 18 h). Devido ao comportamento dos leitões, foi observado um considerável desperdício da dieta líquida, parte dele foi coletado em bandeja abaixo da gaiola, pesado e descontado do volume oferecido. Os leitões foram pesados e o escore de diarreia foi registrado diariamente (8 h). O período experimental foi dos 3 aos 21 dias de idade dos leitões.

Foram utilizadas 5 dietas experimentais (Tabela 1). As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas e conterem níveis semelhantes de gordura, lactose e aminoácidos essenciais lisina, metionina, treonina e triptofano (Tabela 2). Nas dietas T1 e T2 a proteína isolada de soja (PIS) foi responsável por 70 e 40 % da proteína total da dieta, respectivamente. A dieta controle (T3) foi formulada para apresentar uma relação entre proteína do soro de leite e caseína semelhante à relação encontrada no leite da porca (54 % soro e 46 % caseína). As dietas T4 e T5 mantiveram a formulação básica da dieta T3 e foram suplementadas com L-arginina para igualar os níveis do aminoácido observados nas dietas T2 e T1, respectivamente. Os níveis de lisina, metionina, treonina e triptofano foram igualados entre as dietas com adição de aminoácidos sintéticos. Após o primeiro dia do experimento, foi adicionado 0,8 % de ácido cítrico às dietas. O Cobalto-EDTA foi preparado conforme descrito por Uden et al. (1980) e adicionado (0,1 %) do 9^o (48 horas antes do início da coleta) ao 20^o dia de idade dos leitões, como marcador indigestível.

Tabela 1. Ingredientes das dietas experimentais

	Dietas				
	T1	T2	T3	T4	T5
Fontes de Proteína	30% Soro 70% PIS	60% Soro 40% PIS	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.
Nível de Arginina, %	1,83	1,34	0,84	1,34	1,83
Ingredientes, %					
Fonte de Gordura ¹	38,379	36,215	36,098	36,097	36,097
Proteína Isolada de Soja	23,815	13,579	-	-	-
Lactose	18,135	13,960	18,546	18,025	17,535
Caseinato de Na	-	-	15,857	15,857	15,857
Soro desmineralizado ²	15,000	22,745	15,000	15,000	15,000
Proteína Concentr. de Soro	1,824	11,000	12,138	12,141	12,143
Fosfato Bicálcico	0,855	1,099	1,579	1,610	1,604
Cloreto de Ca	0,728	0,557	0,429	0,424	0,424
L-lisina	0,449	0,286	-	-	-
DL-metionina	0,282	0,238	0,025	0,026	0,025
Treonina	0,200	-	-	-	-
Triptofano	0,007	-	-	-	-
L-Arginina	-	-	-	0,494	0,987
Premix Mineral	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix Vitamínico	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
Cl Colina, 60%	0,035	0,036	0,036	0,036	0,036
Premix Ferro	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Sorbato de Potássio	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
BHT	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Ac. Cítrico ³	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800

¹ Pictalac 50. Produto comercial à base de proteína de soro de leite e gordura vegetal encapsulada; ² KerryLac 750. Produto comercial à base de proteína de soro desmineralizado e lactose. ;³ Ácido cítrico adicionado após a formulação.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais

	Dietas				
	T1	T2	T3	T4	T5
Fontes de Proteína	30% Soro 70% PIS	60% Soro 40% PIS	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.
Nível de Arginina, %	1,84	1,34	0,84	1,34	1,84
Composição Calculada					
Matéria Seca, %	96,23	96,18	95,67	95,69	95,71
Energia Metabolizável, kcal/kg	4.278	4.248	4.245	4.227	4.211
Proteína Bruta, %	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Gordura, %	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lactose, %	38,89	38,20	39,00	38,44	38,00
Cinzas, %	2,21	2,59	2,05	2,05	2,05
Cálcio, %	0,79	0,80	0,80	0,80	0,8
Fósforo, %	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65
Arginina, %	1,84	1,34	0,84	1,34	1,84
Lisina, %	2,27	2,27	2,27	2,27	2,27
Metionina, %	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Treonina, %	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Triptofano, %	0,39	0,40	0,39	0,39	0,39
Colina, mg/kg	1.401	1.464	1.400	1.401	1.400
Cloro, %	0,59	0,61	0,66	0,66	0,66
Sódio, %	1,21	1,14	0,91	0,91	0,91
Potássio, %	0,84	0,92	0,74	0,74	0,74
Composição Analisada (Matéria Natural)					
Matéria Seca, %	94,39	94,5	94,39	94,46	94,14
Energia Bruta, kcal/kg	4.947	4.946	4.948	4.973	4.993
Proteína Bruta, %	28,71	27,86	28,60	29,48	28,50
Gordura, %	18,25	18,00	18,11	18,14	18,07
Cinzas, %	5,47	5,62	5,27	5,32	5,30
Aminoácidos ^a					
Arginina, %	1,66	1,27	0,90	1,40	1,89
Lisina, %	2,28	2,36	2,39	2,39	2,39
Metionina, %	0,68	0,71	0,73	0,73	0,73
Met+Cis, %	0,83	0,98	1,08	1,08	1,09
Treonina, %	1,54	1,83	1,89	1,89	1,89
Histidina, %	0,68	0,64	0,75	0,75	0,75
Leucina, %	2,38	2,50	2,74	2,74	2,74
Isoleucina, %	1,47	1,68	1,77	1,77	1,77
Cistina, %	0,43	0,51	0,38	0,38	0,38
Ácido Aspártico, %	3,16	3,15	2,67	2,68	2,68
Ácido Glutâmico, %	5,11	5,09	5,73	5,73	5,73
Alanina, %	1,20	1,30	1,17	1,17	1,17
Fenilalanina, %	1,30	1,15	1,22	1,22	1,22
Glicina, %	0,97	0,82	0,59	0,59	0,59
Serina, %	1,42	1,55	1,68	1,68	1,68
Valina, %	1,48	1,64	1,91	1,91	1,91

^a Calculado a partir da análise dos ingredientes.

3.2.3. Coleta de amostras

Na primeira refeição do 11^o e do 20^o dia de idade dos leitões experimento, foi adicionado 0,1 % de óxido de ferro para marcar o início e fim do período de coleta de fezes. Durante este período, o total de fezes foi coletado diariamente e armazenada a -10 °C para posterior análise de matéria seca, energia bruta, gordura bruta e nitrogênio. Também durante este período, 5 ml de ácido sulfúrico 50 % (vv) foram adicionados aos baldes de coleta de urina, que foi coletada diariamente, pesada e teve uma alíquota de 10 % retirada e conservada a -10 °C para posterior análise de nitrogênio.

2.2.4. Análises laboratoriais

As análises de matéria seca, cinzas, proteína bruta (nitrogênio x 6,25) e gordura foram realizadas de acordo com métodos da AOAC (1997). A energia bruta das fezes e da ração foram medidas em bomba calorimétrica (PARR, 1988). A energia bruta da urina foi estimada utilizando a fórmula: EB = 9,17 kcal / g de nitrogênio (BLAXTER, 1989). As análises de Co e aminoácidos das dietas foram realizadas em laboratório comercial, utilizando os métodos da AOAC.

2.2.5. Cálculos de digestibilidade

A digestibilidade dos componentes das dietas experimentais avaliada através de dois métodos: coleta total de fezes e do uso de Co-EDTA como indicador indigestível na dieta. O cálculo de digestibilidade utilizando o indicador indigestível foi realizado para minimizar o efeito do desperdício de

dieta sobre a avaliação da digestibilidade. As fórmulas utilizadas para os cálculos foram as seguintes:

Método coleta total: Digestibilidade % = $(C_d - C_f) / C_d * 100$, onde, C_d é o componente na dieta (g), e C_f é o componente nas fezes (g).

Método do indicador: Digestibilidade % = $100 - (100 * C_f / C_d * C_{od} / C_{of})$, onde C_f é a concentração do componente nas fezes (%), C_d é a concentração na dieta (%), C_{od} é a concentração de Cobalto na dieta (%) e C_{of} é a concentração de Cobalto nas fezes (%).

2.2.6. Cálculo de Variabilidade no peso corporal

Para as comparações da variabilidade no peso corporal entre os sistemas de alimentação natural e artificial foi utilizada a diferença relativa entre o coeficiente de variação do peso corporal observados no início e no final do experimento, dentro de cada grupo de alimentação ($CV_{final} / CV_{inicial} * 100$). No sistema de alimentação natural o grupo de alimentação considerado foi a leitegada enquanto que no sistema artificial cada tratamento foi considerado um grupo de alimentação.

2.2.6. Análise estatística

Cada leitão foi considerado uma unidade experimental, totalizando 35 repetições no grupo alimentado pelas porcas e seis repetições em cada dieta experimental artificial. Para a análise do efeito de sistema de alimentação sobre o peso corporal e ganho diário de peso foram considerados dois tratamentos (Sistema natural com 35 repetições e Sistema artificial com 30

repetições) em um delineamento em blocos (leitegada). Na avaliação da variabilidade do peso corporal entre os sistemas de alimentação os leitões foram agrupados em grupos de alimentação, totalizando 6 repetições no sistema natural e 5 repetições no sistema artificial, em um delineamento completamente casualizado. A análise do efeito das dietas artificiais foi realizada separadamente, em um delineamento em blocos (leitegada) totalizando 5 tratamentos com 6 repetições. O peso inicial foi utilizado como co-variável nas variáveis de desempenho, sendo apresentados as médias ajustadas. Nas variáveis de digestibilidade e metabolismo, os valores apresentados são médias aritméticas.

As médias que apresentaram erro padrão estudentizado maior que 2 ou menor que -2 foram excluídas da análise. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F, utilizando o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). As médias foram separadas pelo teste de mínima diferença significativa.

3.3. Resultados

3.3.1. Desempenho – sistemas de alimentação

Um leitão no grupo alimentado pela porca morreu durante a primeira semana do experimento. No início do experimento (dia 2), os leitões que permaneceram com a porca estavam cerca de 7 % mais pesados ($P=0,0316$) que os leitões submetido à alimentação líquida artificial (Tabela 3). Apesar disso, ao final da primeira semana de experimento, os animais alimentados artificialmente estavam aproximadamente 11 % mais pesados do que seus

irmãos que permaceram com a porca, resultado de um aumento de 24 % no ganho diário de peso (GDP) dos 2 aos 9 dias de idade. Esta diferença aumentou até os 21 dias de idade. Aos 16 dias de idade, os leitões do sistema artificial estavam 1,2 kg (25 %) mais pesados que os leitões do sistema natural. Aos 21 dias a diferença no peso corporal subiu para 2,6 kg (42 %) a favor do sistema artificial. A maior diferença no GDP foi observada nos últimos 5 dias do experimento, quando o GDP foi duas vezes maior nos leitões do sistema artificial comparados com os leitões do sistema tradicional. No total, dos 2 aos 21 dias de idade, o GDP foi 58 % maior para os leitões do sistema artificial. A variabilidade no peso corporal dentro das leitegadas aumentou 10 % durante o todo o período experimental no sistema de alimentação natural. Já no sistema de alimentação artificial, foi observada uma redução de 30 % na variabilidade do peso corporal dentro dos grupos de alimentação durante o experimento.

Tabela 3. Peso corporal e ganho diário de peso de leitões criados em sistemas de alimentação artificial ou natural dos 2 aos 21 dias de idade¹

	Sistema de alimentação		Anova P
	Artificial	Natural (porca)	
Peso corporal, kg			
Dia 2 (inicial)	1,567 ± 0,04	1,685 ± 0,04	0,0316
Dia 9	3,518 ± 0,05	3,156 ± 0,05	0,0001
Dia 16	6,135 ± 0,08	4,920 ± 0,08	0,0001
Dia 21	8,803 ± 0,12	6,180 ± 0,10	0,0001
Ganho diário de peso, g/dia			
Dia 2 a 9	269 ± 8	217 ± 7	0,0001
Dia 9 a 16	372 ± 8	254 ± 7	0,0001
Dia 16 a 21	522 ± 12	252 ± 11	0,0001
Dia 2 a 21	377 ± 6	238 ± 6	0,0001
Variação relativa do CV do peso corporal			
CV dia 21 / CV dia 2	0,71 ± 0,10	1,10 ± 0,9	0,0223

¹ Valores são médias ajustadas ± erro padrão.

3.3.2. Desempenho - dietas artificiais

A média de peso corporal inicial (3 dias de idade) dos leitões alimentados artificialmente foi de 1.501 g (Tabela 4). Durante todo o período experimental, nenhum caso de diarreia foi observado nos leitões alimentados artificialmente, independente da dieta experimental. Aos 7 dias de idade o peso corporal (PC) médio foi de 2.793 g e não foram detectadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 4). Da mesma forma o GDP, CDR e EA não diferiram entre os tratamentos dos 3 aos 7 dias de idade, sendo que os valores médios foram 320 g/dia, 160 g/dia e 2,00, respectivamente.

Aos 14 dias de idade os leitões alimentados com a dieta 4 estavam cerca de 10 % mais pesados que os leitões da dieta 2. Os leitões das demais dietas apresentaram PC intermediários. Durante a segunda semana de idade, não foram detectados diferenças significativas entre tratamentos para GDP, CDMS e EA (na média, 331 g, 278 g e 1,18, respectivamente).

Aos 21 dias de idade, os leitões do tratamento 2 estavam em média 15 % mais leves (7.418 g) que os demais (8.728 g). Na terceira semana de idade os leitões do tratamento 2 apresentaram GDP 25 % menor e CDMS 16 % inferior que os leitões dos demais tratamentos, porém não foi detectada diferença significativa para EA entre as dietas.

Durante todo o período experimental (3 a 21 dias de idade), o GDP dos leitões do tratamento 2 foi na média 18 % menor (329 g/dia) que dos leitões dos demais tratamentos (402 g/dia). Da mesma forma, foi observada uma redução de cerca de 13 % no CDMS dos leitões do tratamento 2 (282 g/dia) comparados aos demais leitões (325 g/dia). Não foi observada diferença

significativa na EA entre as dietas durante o período total, sendo que a média geral foi de 1,22.

Tabela 4. Peso corporal (PC, g), ganho diário de peso (GDP, g), consumo diário de matéria seca (CDMS, g) e eficiência alimentar (EA, GDP/CDMS) de leitões recebendo dietas líquidas artificiais com diferentes fontes de proteína e níveis de arginina dos 3 aos 21 dias de idade¹

Item	Dietas					Anova
	T1	T2	T3	T4	T5	P > F
Proteína	30% Soro 70% PIS	60% Soro 40% PIS	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	
Arg., %	1,84	1,34	0,84	1,34	1,84	
Peso inicial, g						
PC d.3	1488 ± 84	1503 ± 84	1500 ± 84	1498 ± 84	1518 ± 84	0,9994
3 a 7 dias de idade						
PC d7	2808 ± 86	2705 ± 77	2900 ± 77	2769 ± 86	2784 ± 77	0,5225
GDP	324 ± 21	298 ± 19	347 ± 19	314 ± 21	318 ± 19	0,5225
CDMS	171 ± 10	157 ± 9	170 ± 9	153 ± 10	151 ± 9	0,4815
EA	1,92 ± 0,15	1,91 ± 0,14	2,03 ± 0,14	2,04 ± 0,15	2,17 ± 0,14	0,7127
8 a 14 dias de idade						
PC d14	5051 ± 123 ^{ab}	4766 ± 123 ^b	5220 ± 123 ^a	5274 ± 140 ^a	5098 ± 123 ^{ab}	0,0857
GDP	340 ± 14	300 ± 14	337 ± 14	344 ± 15	336 ± 14	0,2333
CDMS	284 ± 12	252 ± 12	278 ± 12	295 ± 14	284 ± 12	0,2463
EA	1,20 ± 0,04	1,19 ± 0,04	1,20 ± 0,05	1,17 ± 0,05	1,18 ± 0,04	0,9894
15 a 21 dias de idade						
PC 21d	8404 ± 202 ^a	7418 ± 202 ^b	8931 ± 222 ^a	9023 ± 231 ^a	8556 ± 203 ^a	0,0004
GDP	478 ± 21 ^a	378 ± 22 ^b	514 ± 24 ^a	537 ± 24 ^a	493 ± 22 ^a	0,0009
CDMS	451 ± 18 ^a	385 ± 18 ^b	466 ± 20 ^a	467 ± 20 ^a	451 ± 18 ^a	0,0365
EA	1,07 ± 0,05	0,99 ± 0,05	1,10 ± 0,05	1,16 ± 0,05	1,09 ± 0,05	0,3313
3 a 21 dias de idade						
GDP	384 ± 11 ^a	329 ± 11 ^b	413 ± 12 ^a	418 ± 12 ^a	393 ± 11 ^a	0,0001
CDMS	322 ± 12 ^a	282 ± 12 ^b	328 ± 14 ^a	334 ± 14 ^a	319 ± 12 ^a	0,0853
EA	1,20 ± 0,04	1,17 ± 0,04	1,26 ± 0,04	1,26 ± 0,04	1,23 ± 0,04	0,5975

¹ Valores são médias ajustadas ± erro padrão. ^{ab} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem entre si (P<0,05).

3.3.3. Digestibilidade

A digestibilidade dos componentes das dietas, calculada pelo método de coleta total, ficou acima de 95 % (Tabela 5). Ainda assim, as dietas formuladas exclusivamente com proteínas lácteas apresentaram no geral maiores digestibilidades que as dietas com inclusão de proteína isolada de soja (PIS).

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura (GB), energia bruta (EB), metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas e retenção de nitrogênio (RN), calculados pelo método de coleta total¹

Item	Dietas					Anova P > F
	T1	T2	T3	T4	T5	
Proteína	30% Soro 70% PIS	60% Soro 40% PIS	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	
Arg., %	1,84	1,34	0,84	1,34	1,84	
Digestibilidade, %						
MS	96,25 ± ,13 ^c	97,12 ± ,15 ^b	98,43 ± ,13 ^a	98,52 ± ,13 ^a	98,09 ± ,17 ^a	0,0001
PB	95,82 ± ,13 ^d	96,73 ± ,15 ^c	98,57 ± ,15 ^a	98,35 ± ,13 ^a	97,83 ± ,17 ^b	0,0001
GB	94,02 ± ,33 ^b	95,07 ± ,29 ^b	98,12 ± ,29 ^a	98,20 ± ,29 ^a	97,95 ± ,33 ^a	0,0001
EB	96,31 ± ,33 ^b	95,07 ± ,29 ^b	98,12 ± ,29 ^a	98,20 ± ,29 ^a	97,95 ± ,33 ^a	0,0001
CMEB	94,27 ± ,25 ^c	95,05 ± ,25 ^b	96,02 ± ,25 ^a	96,06 ± ,25 ^a	95,33 ± ,28 ^{ab}	0,0004
CRN	72,24 ± 1,88 ^{ab}	74,19 ± 1,68 ^a	70,88 ± 1,68 ^{ab}	68,06 ± 1,68 ^b	67,01 ± 1,68 ^b	0,0466
RDN, g/d	6,30 ± 0,41	5,62 ± 0,41	5,82 ± 0,41	6,13 ± 0,41	6,21 ± 0,41	0,7570
EM kcal/kg	4.663	4.701	4.751	4.777	4.759	-

¹ Valores são médias ± erro padrão. ^{abc} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem entre si (P<0,05).

A dieta com maior inclusão de PIS teve digestibilidade da matéria seca cerca de 1 % menor que a dieta com menor inclusão de PIS e cerca de 2 % menor que as dietas à base de proteínas de leite. A inclusão de PIS provocou uma redução de aproximadamente 2% a digestibilidade da proteína

bruta, 3 a 4 % na digestibilidade da gordura e 1 a 2 % na digestibilidade da energia bruta. O coeficiente de retenção de nitrogênio (CRN %), calculado pelo método de coleta total, foi maior na dieta 2, comparada com as dietas 4 e 5. Entretanto, não foram observadas diferenças na retenção diária de nitrogênio (RDN). O coeficiente de metabolizabilidade da energia foi maior nas dietas sem inclusão de PIS. A energia metabolizável das dietas variou entre 4.663 e 4.777 kcal/kg.

Quando a digestibilidade dos componentes das dietas foi calculada pelo método do indicador (Tabela 6), foi observado uma redução geral dos valores de digestibilidade e retenção, especialmente para as dietas com inclusão de PIS. Nesta base de cálculo, os menores valores de digestibilidade foram observados na dieta com níveis intermediários de PIS 2, seguido pela dieta maior nível de PIS e após pelas dietas à base de proteínas do leite. Não foram observadas diferenças entre as dietas para CRN ou NRD. O valor de energia metabolizável variou entre 4.361 a 4.689 kcal/kg.

Tabela 6. Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), gordura (GB), energia bruta (EB), metabolizabilidade da energia bruta (CMEB) das dietas e retenção de nitrogênio (RN), calculados pelo método do indicador Co-EDTA ¹

Item	Dietas					Anova <i>P</i> > <i>F</i>
	T1	T2	T3	T4	T5	
Proteína	30% Soro 70% PIS	60% Soro 40% PIS	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	53% Soro 47% Cas.	
Arg., %	1,84	1,34	0,84	1,34	1,84	
Digestibilidade, %						
MS	92,30 ± ,45 ^b	90,00 ± ,45 ^c	96,65 ± ,40 ^a	96,72 ± ,40 ^a	95,84 ± ,40 ^a	0,0001
PB	91,81 ± ,32 ^b	90,70 ± ,43 ^b	96,62 ± ,29 ^a	96,58 ± ,29 ^a	95,96 ± ,29 ^a	0,0001
GB	88,90 ± ,92 ^b	85,83 ± ,72 ^c	96,23 ± ,72 ^a	96,21 ± ,72 ^a	94,94 ± ,72 ^a	0,0001
EB	93,32 ± ,49 ^b	90,43 ± ,49 ^c	97,25 ± ,43 ^a	97,26 ± ,43 ^a	96,44 ± ,43 ^a	0,0001
CMEB	90,27 ± ,53 ^b	88,18 ± ,60 ^c	94,36 ± ,47 ^a	94,30 ± ,47 ^a	93,36 ± ,47 ^a	0,0001
RN	66,64 ± 1,72	66,12 ± 1,54	67,79 ± 1,72	65,89 ± 1,54	64,28 ± 1,54	0,6572
RN, g/d	5,88 ± 0,39	5,12 ± 0,39	5,67 ± 0,39	5,97 ± 0,39	6,03 ± 0,39	0,5019
EM kcal/kg	4465	4361	4668	4689	4661	-

¹ Valores são médias ± erro padrão. ^{abc} Na mesma linha, médias sem letra em comum diferem entre si (*P* < 0,05).

3.4. Discussão

Os leitões do grupo de criação natural (que permaneceram com a porca) não receberam nenhum tipo de suplementação ao leite de porca e também não tiveram acesso à ração da matriz. Neste grupo, o ganho diário de peso (GDP) dos 2 aos 21 dias de idade foi de 232 g/dia, valor muito semelhante aqueles observados na literatura para leitões em idades e condições semelhantes: 224 g/dia (Azain et al., 1996); 215 g/dia (Revell et al., 1998); 205 g/dia (Auldish et al., 2000) e 192 g/dia (Wolter et al., 2002). Já o GDP apresentado pelos leitões do sistema de criação artificial foi de 377 g/dia, 62 % maior que o GDP dos leitões alimentados pela porca. Vários autores têm demonstrado que a produção de leite da porca não é suficiente para promover

o máximo crescimento dos leitões (Benevenga et al., 1990; Harrell et al., 1993; Azain et al., 1996; Zijlstra et al., 1996; Wolter et al. 2002). Entretanto, a manipulação nutricional das dietas de gestação e lactação não têm mostrado ser eficiente para aumentar a quantidade e a qualidade do leite produzido, com exceção para casos de subnutrição e intensa mobilização de reservas corporais (Noblet e Etienne, 1986; Mullan e Willians 1989; Revell et al. 1998; MacNamara e Petigrew, 2002 e Clowis et al., 2003). Segundo Hartmann et al. (1997), os fortes mecanismos de controle local (autócrinos), em cada glândula mamária individualmente, sobre a síntese e a liberação do leite em porcas, bem como a contradição entre as temperaturas ambientais de conforto térmico da porca e do leitão são dois dos motivos pelos quais tanto o leitão quanto a porca não expressam sua capacidade máxima, respectivamente em ganho de peso e produção de leite.

Uma vantagem adicional do sistema de alimentação artificial sobre o aleitamento natural observada no experimento foi a redução na variabilidade do peso entre os leitões. Leitões desenvolvem uma forte preferência por um teto específica, portanto o crescimento potencial do leitão é limitado pelo consumo do leite retirado de sua glândula preferida. Além disso, cada glândula responde individualmente ao estímulo de mamada, aumentando a síntese de leite, que entretanto só está disponível por cerca de 20 a 30 segundos por mamada. Leitões maiores, com maior capacidade de estimular sua glândula preferida e retirar mais leite em menos tempo, estão aptos a conseguir mais leite que seus irmãos menores (Hartmann et al., 1997 e Auld et al., 2000). Desta forma, a lactação natural tende a manter ou até mesmo aumentar a variação no peso

corporal dos leitões observada no nascimento. Já na alimentação artificial à vontade, estas restrições de tempo para alimentação e de quantidade de alimento disponível não existem, permitindo aos leitões menores se aproximar do peso de seus irmãos maiores.

A causa da limitação do crescimento em leitões alimentados naturalmente não está clara, entretanto deve estar relacionado ao limitado consumo de energia e ou proteína (ou de algum aminoácido). A estimativa do consumo dos leitões alimentados pela porca (produção de leite (g/dia) = $2.42 * GDP \text{ leitegada} + 78,2 * \text{Peso inicial da leitegada} + 26 * \text{Número de leitões}$, Noblet e Etienne, 1989) foi de 735 g de leite por dia ou cerca de 150 g/dia de MS, 45 g/dia de PB e 900 kcal de EB/dia. Nas dietas artificiais o consumo de MS foi entre 282 e 334 g/dia, o consumo de PB entre 83 e 104 g/dia e o consumo de EM entre 1.229 e 1.566 kcal/dia. Em uma estimativa grosseira, os leitões alimentados pela porca consumiram cerca de 50 % menos de matéria seca e proteína bruta e cerca de 40% menos energia, o que se refletiu no desempenho dos leitões.

Além de um menor consumo de energia e proteína, existem indícios de que o leite de porca seja deficiente em determinados aminoácidos. Wu et al., (2004) demonstraram que o leite da porca é deficiente em arginina, um aminoácido essencial para leitões neonatos. Além disso, Kim et al. (2004) observaram que a suplementação de arginina em dietas artificiais à base de proteínas lácteas produziu uma resposta linear sobre o aumento do ganho de peso em leitões dos 7 aos 21 dias de idade. Entretanto, no presente experimento não foi observado efeito do nível de arginina na dieta sobre o

desempenho dos leitões. Isso está provavelmente relacionado ao elevado consumo de dieta e elevado ganho de peso dos leitões em relação ao desempenho observado no trabalho de Kim et al. (2004). No experimento de Kim et al. (2004) o PC dos leitões aos 21 dias de idade foi de 5,33 kg no menor nível de arginina na dieta (0,67 %) e 7,05 kg no maior nível de arginina (1,07 %). No presente experimento, PC dos leitões alimentados com a dieta contendo o menor nível de arginina (0,90 %) foi de 8,93 kg e 8,55 kg no maior nível (1,89 %). O CDR dos 7 aos 21 dias de idade observado no experimento de Kim et al. (2004) foi de 269 e 323 g/dia e o GDP foi de 180 e 298 g/dia, respectivamente nas dietas com menor e maior nível de arginina. No presente experimento o CDR no mesmo período foi de 371 e 367 g/dia e o GDP foi de 461 e 412 g/dia, respectivamente nas dietas com menor e maior nível de arginina. Então, o consumo diário de arginina no experimento de Kim et al. (2004) variou entre 2,69 a 3,45 g/dia enquanto no presente experimento a variação foi de 3,39 a 6,93 g/dia, sendo que o menor consumo de arginina observado no presente experimento está próximo ao maior consumo observado no experimento de Kim et al. (2004).

No que diz respeito às fontes de proteína, embora os leitões que consumiram a dieta com o nível intermediário de PIS (dieta 2) tenham apresentado menor PC e GDP, o desempenho dos leitões alimentados com a dieta com maior nível de inclusão de PIS (dieta 1) apresentaram GDP e PC equivalentes às dietas à base de proteínas de soro e caseína. Portanto, a inclusão de PIS na dieta 2 não pode ser exclusivamente responsabilizada pela queda no desempenho. O pior desempenho dos leitões alimentados com a

dieta 2 é consistente com o menor consumo de MS nesta dieta, que foi entre 40 a 50 g/dia inferior ao observado para as demais dietas. Apesar de não ter sido encontrada nenhuma explicação definitiva para esta redução no consumo, é possível que o uso de uma maior quantidade de soro desmineralizado na formulação tenha interferido na palatabilidade ou mesmo na digestibilidade da dieta.

Em média, as digestibilidades dos nutrientes nas dietas com inclusão de PIS (especialmente na dieta 2) foram menores que as dietas formuladas exclusivamente à base de proteínas lácteas e esta diferença foi maior quando as digestibilidades foram calculadas utilizando o Co-EDTA como indicador. Mateo e Veum (1980) mediram a digestibilidade de dietas líquidas fornecidas para leitões entre 11 a 15 dias de idade e observaram que a digestibilidade da MS (89,9 %), PB (88,4 %) e gordura bruta (70,9 %) de dietas líquidas à base de PIS foram inferiores aos valores observados em dietas à base de leite em pó desnatado (MS 96,6%, PB 95,8 % e 95,7 % GB). A menor digestibilidade da dieta à base de proteínas vegetais têm sido associada com o um inadequado sistema enzimático do suíno jovem, o qual seria insuficiente em proteinases pancreáticas (Lewis et al., 1957, citado por Mateo e Veun, 1980). Aparentemente, esta redução na digestibilidade está de fato relacionada com a idade do leitão. Segundo Sohn et al. (1994) a digestibilidade de dietas contendo PIS (MS 91,7 % e nitrogênio 91,5 %) não diferiram da digestibilidade de dieta com leite em pó desnatado (MS 92,5 % e PB 92,6 %) quando a medida foi feita medida em leitões aos 28 e 35 dias de idade. Chae et al. (1999), Richert et al. (1994) e Moughan et al. (1990) também não observaram

redução na digestibilidade da PB quando PIS foi adicionado às dietas de leitões acima de 21 dias de idade.

No trabalho de Mateo e Veun (1980), a menor digestibilidade da dieta à base de PIS foi acompanhada por um pior desempenho dos leitões que consumiram esta dieta. Outros autores também observaram queda no desempenho de leitões alimentados com dietas à base de PIS ou outras proteínas de origem vegetal até os 21 dias de idade (Newport e Keal, 1982 e Newport 1980). Entretanto, no presente experimento, a menor digestibilidade observada nas dietas com PIS não foi suficiente para comprometer o consumo de nutrientes e o desempenho dos leitões que receberam a dieta com maior inclusão de PIS (dieta 1). Isto pode estar relacionado ao alto consumo de matéria seca observada no presente experimento em relação aos experimentos citados anteriormente. No experimento de Mateo e Veun (1980), o consumo da dieta à base de leite em pó foi de 250 g/dia e o ganho de peso de 167 g/dia, enquanto que o consumo da dieta à base de PIS foi de 220 g/dia e o ganho de peso de 99 g/dia. No experimento de Newport (1980) o consumo do 2º ao 28º dia de idade foi em média 258 g/dia e o GDP médio 291 g/dia e no experimento de Newport e Keal (1982), em média, o consumo de ração e ganho de peso foram de 242 e 241 g/dia, respectivamente. No presente experimento foram observados consumos de matéria seca acima de 320 g/dia e ganhos de peso acima de 380 g/dia (exceto para a dieta 2, cujo consumo e ganho de peso foram, respectivamente 282 e 329 g/dia).

É importante observar que os ganhos de peso e consumos de dieta observados no presente experimento são próximos aos maiores ganhos de

peso apresentados na literatura para leitões nesta fase (Oliver et al.,2002) e, portanto, possivelmente muito próximo ao potencial máximo de crescimento para leitões nesta idade. É razoável acreditar que, neste nível de consumo de matéria seca, os leitões que consumiram a dieta com maior inclusão de PIS conseguiram ingerir uma quantidade de nutriente suficiente para garantir o máximo potencial crescimento nesta fase, mesmo com a menor digestibilidade desta dieta em relação às dietas à base de proteínas de leite.

No geral, os valores de digestibilidade dos componentes das dietas calculados pelo método do indicador foram menores que os valores calculados pelo método de coleta total, contrariando a expectativa inicial, já que durante o experimento foi observado desperdício de dieta, o que reduziria o valor da digestibilidade calculada pelo método de coleta total. Entretanto é possível que tenha havido retenção de fezes no intestino, que ocorre em animais jovens em rápido crescimento e pode afetar as medidas de digestibilidade, especialmente quando esta é alta. Portanto, aparentemente não foi possível recuperar a produção total de fezes, embora tenha se observado fezes marcadas após a refeição de início e final do período de coleta.

3.5. Conclusões

Leitões criados artificialmente apresentam taxas de crescimento muito superiores às aquelas apresentadas por leitões alimentados pela porca. Além disso, o sistema de criação artificial de leitões pode reduzir a variabilidade de peso corporal, em função da redução da competição pelo alimento.

Foi observado também que é possível a substituição de até 70 % das proteínas lácteas nas dietas artificiais por proteína isolada de soja, sem prejuízos para o desempenho dos leitões, o que pode contribuir para a redução do custo das dietas artificiais e viabilizar sua utilização em sistemas de produção comercial.

Não foi possível testar o efeito do nível de arginina na dieta, pois o consumo de arginina superou a necessidade estimada, inclusive na dieta com menor nível de arginina.

4. Capítulo IV

4.1. Considerações Gerais

O objetivo do primeiro experimento foi testar a viabilidade da substituição parcial de proteínas de soro de leite por proteínas de origem vegetal em dietas líquidas para leitões dos dois aos 21 dias de idade. Surpreendentemente, os leitões alimentados com dietas com inclusão de proteínas vegetais (proteína vegetal modificada – PVM e proteína isolada de soja- PIS) apresentaram maior consumo de matéria seca e maior ganho de peso do que os leitões que receberam dietas à base de proteína de soro ou proteína de soro e caseína, apesar das dietas com proteínas vegetais apresentarem em média, menores valores de digestibilidade ileal de aminoácidos. Quando o consumo foi ajustado para o peso corporal, não foram observadas diferenças no consumo de MS e energia metabolizável. Entretanto, foi observado maior consumo de PB nas dietas com proteínas vegetais (aproximadamente 19,5 g/kg PC/dia) comparadas com as dietas à base de proteína de soro (aproximadamente 16 g/kg PC/dia), o que se deu em função das diferenças concentrações de PB das dietas (21,7 % na dieta SORO, 27,0 % na dieta PVM-2 e 26,7 % na dieta PIS). Portanto, as diferenças no desempenho dos leitões foi relacionada principalmente à fração protéica das dietas. Entre os aminoácidos, o que apresentou maior variação no consumo

(variação coerente com os dados de desempenho) foi a arginina, cujo consumo, observado na dieta SORO, foi aproximadamente 40 % menor que o consumo observado na dieta PVM-2 (0,36 e 0,63 g/kg PC/dia, respectivamente).

Em função da indicação de que o maior consumo de arginina foi responsável pelo melhor desempenho dos leitões nas dietas com proteínas vegetais no primeiro experimento, foi realizado um segundo experimento para avaliar o efeito do nível de arginina na dieta. Porém, neste segundo experimento não foi observado efeito consistente do nível de arginina na dieta sobre o desempenho dos animais. Entretanto, algumas semelhanças com o primeiro experimento foram observadas.

Primeiro, o GDP dos leitões nos melhores tratamentos foi semelhante, muito superior ao observado nos leitões criados pela porca e comparável aos melhores resultados registrados na literatura com leitões nesta fase (Oliver et al., 2002). Nas dietas com inclusão de PIS os resultados foram particularmente consistentes: na dieta com PIS do primeiro experimento o GDP foi de 388 g/dia, enquanto que na dieta com maior inclusão de PIS no segundo experimento o GDP foi de 384 g/dia. Isto indica claramente a viabilidade do uso deste ingrediente na substituição das proteínas lácteas, pelo menos até o nível de 70 %, em dietas para leitões dos 2 aos 21 dias de idade. Este dado diverge das observações de Newport (1980), que registrou alta mortalidade em leitões alimentados com uma dieta líquida em que com 74 % da proteína foi proporcionada por PIS.

Em segundo lugar, em ambos experimentos, as dietas com inclusão

de proteínas vegetais apresentaram digestibilidades menores que as dietas à base de proteínas lácteas, o que no entanto não comprometeu o GDP dos leitões. Os piores GDP observados nos dois experimentos foram, a princípio, resultado de menor consumo da dieta, o que não foi necessariamente associado com menor digestibilidade. Além disso, mesmo os menores GDP nas dietas artificiais foram maiores do que os GDP observados com a alimentação natural. No primeiro experimento, o menor consumo foi acompanhado de uma menor eficiência alimentar na dieta SORO (que apresentou, no geral, maior digestibilidade ileal aparente de aminoácidos), enquanto que no segundo experimento as eficiências foram semelhantes.

Embora não seja possível esclarecer as razões para as diferenças de consumo, o menor consumo da dieta SORO (primeiro experimento) pode, ao menos em parte, ser relacionado à menor concentração de proteína bruta e de certos aminoácidos. Já o menor consumo da Dieta T2, no segundo experimento, carece de uma explicação convincente. A palatabilidade poderia ser um fator importante neste caso, entretanto não parece razoável acreditar que uma dieta à base de soro de leite seja menos palatável ao leitão que uma dieta com PIS ou que uma dieta com maior concentração de PIS seja mais palatável que outra com menor concentração. Entretanto, pode haver no processamentos de subprodutos do leite ricos em proteínas de soro, alguma alteração que prejudique sua palatabilidade, o que explicaria os resultados observados.

Estes resultados indicam que um alto consumo voluntário de nutrientes na fase inicial da alimentação artificial (assim como na fase

imediatamente pós desmame) pode ser determinante do desempenho subsequente. Geralmente, as alterações nas estruturas intestinais associadas ao desmame (redução da altura de vilosidades e aumento na profundidade de cripta) são atribuídos à presença de fatores anti-nutricionais ou antígenos da proteína de soja (glicinina e betaconglucina), presente na maioria destas dietas. Porém, o custo de manutenção das estruturas intestinais é extremamente caro, de forma que o reduzido consumo de nutrientes pode por si só acarretar estas alterações. O intestino delgado não é apenas responsável pela digestão e absorção de nutrientes, mas tem também importante papel no catabolismo da glutamina arterial e de aminoácidos da dieta. A maior parte da glutamina (66 %) e quase todo o glutamato e aspartato (95 e 99 %, respectivamente) são metabolizados pela mucosa do intestino delgado e entre 56 a 64 % de seus carbonos são metabolizados até CO₂. A mucosa intestinal também tem importante papel no metabolismo da arginina, prolina, aminoácidos ramificados e talvez metionina, lisina, fenilalanina, treonina, glicina e serina da dieta, de forma que entre 30 a 50 % destes aminoácidos não estão disponíveis para outros tecidos além do intestino. Os aminoácidos da dieta são as maiores fontes de energia para a mucosa intestinal, servem de precursores para a síntese de glutathione, óxido nítrico, poliaminas, nucleotídeos e aminoácidos e são essenciais para a manutenção da massa e da integridade da mucosa intestinal (Wu, 1998). Portanto, um reduzido consumo inicial implica na regressão das estruturas de mucosa intestinal, o que leva não apenas a uma redução na absorção dos nutrientes, mas também no aumento da exigência do tecido local (mucosa) para recompor sua estrutura, reduzindo a

disponibilidade de aminoácidos para outros tecidos.

Em leitões lactentes, durante os primeiros 14 dias de idade, observa-se uma redução dos níveis plasmáticos de arginina e seus precursores citrulina e ornitina da ordem de 37, 41 e 47 %, respectivamente. A concentração plasmática de glutamina, outro aminoácido relacionado com a síntese de arginina, reduz 31 % entre o primeiro e o sétimo dia de vida do leitão. Embora também se observe redução na concentração plasmática de outros aminoácidos como isoleucina, leucina, treonina e valina (12, 10, 8 e 12 % até os 14 dias de idade, respectivamente), a arginina e os aminoácidos envolvidos na sua síntese são os que sofrem redução mais acentuada (Flynn et al., 2000). Este é um indicativo importante de que o leite de porca é deficiente em arginina. Entretanto nosso experimento falhou em demonstrar o efeito do nível de arginina da dieta sobre o desempenho de leitões. Algumas considerações podem ser feitas para explicar os resultados.

Wu et al. (2004) estimaram a contribuição relativa do leite contra a produção endógena de arginina em leitões aos 7 dias de idade. O consumo de 0,78 L de leite/dia (semelhante ao consumo estimado para os leitões do experimento 2) proporciona 1,01 g/dia de arginina digestível. Por outro lado, a necessidade de arginina é maior que 2,7 g/dia: 1,88 g/dia para deposição protéica ($GDP=200$ g/dia ou 27,2 g/dia de proteína), 0,65 g/dia perdido para o catabolismo (arginase e óxido nítrico) e 0,17 para síntese de creatina. Então o leite seria responsável por apenas 40 % na necessidade diária de arginina, ficando os outros 60 % a cargo da produção endógena. No exemplo de Wu et al., (2004) se fizermos uma estimativa variando apenas a necessidade para

ganho de peso para aproximar dos ganhos obtidos nos dois experimentos (GDP de cerca de 400 g/dia (máximo) ou 55 g/dia de ganho protéico, Tabela 8 experimento 1) teremos uma necessidade diária de arginina de 3,8 g/dia para ganho protéico e 4,62 g/dia de necessidade total (ganho + creatina + arginase + óxido nítrico, últimos subestimados). O consumo de arginina digestível observado nas dietas do experimento 1 foi de 1,47 na dieta SORO, 3,55 na dieta PVM2 e 4,49 na dieta PIS, de forma que a dieta supriu 32, 76 e 97 % da necessidade diária de arginina, respectivamente para as 3 dietas. Embora os leitões da dieta PVM2 tenham consumido 25 % a menos de sua necessidade diária de arginina, eles consumiram em média 30 % mais de prolina (4,8 g/dia) que as outras duas dietas (3,12 e 3,55 g/dia, respectivamente na dieta SORO e PIS). Como a prolina é um precursor direto de arginina, os leitões podem ter compensado a deficiência dietética com produção de arginina endógena. A estimativa para a necessidade de arginina para os leitões da dieta soro (deposição de 37 g PB/dia) é de 3,44 ou seja, cerca de 60 % acima do fornecido pela dieta, se encontrando em condição semelhante ao do leitão lactente do exemplo de Wu et al. (2004).

Aplicando o mesmo exemplo para o segundo experimento, a necessidade de arginina seria de 4,32; 3,83; 4,6; 4,6 e 4,39, respectivamente nas dietas 1, 2, 3, 4 e 5. Os consumos diários de arginina (total) foram: 5,67, 3,77, 3,14, 4,90 e 6, 30, respectivamente para as mesmas dietas. Neste caso, a maioria das dietas proporcionou um consumo diário de arginina semelhante ou superior às necessidades estimadas, com exceção para a dieta 3, cujo consumo foi de cerca de 70 % da necessidade, semelhante a condição dos

leitões da dieta PVM2, no experimento 1. Assim, a ausência de efeito do nível de arginina na dieta se justifica pelo consumo total de arginina e a ausência de diferenças na eficiência alimentar entre as dietas sugere que antes de um problema nutricional, a queda no consumo observada na dieta 2 deve estar relacionada com palatabilidade.

5. Capítulo V

Conclusões

Leitões criados artificialmente apresentam taxas de crescimento muito superiores que àqueles alimentados pela porca.

Tanto a proteína vegetal modificada quanto a proteína isolada de soja demonstraram ser boas alternativas para substituição das proteínas do leite em dietas líquidas para leitões dos 2 aos 21 dias de idade, sendo que estes leitões são capazes de utilizar proteínas vegetais satisfatoriamente já na primeira semana de vida.

Em função do elevado consumo, não foi possível testar o efeito dos níveis de arginina nas dietas.

Em conclusão, existe um valioso espaço para o uso de proteínas vegetais alternativas em dietas líquidas para leitões entre 2 a 21 dias de idade. A utilização desta informação pode auxiliar na redução dos custos destas dietas e tornar a tecnologia de alimentação artificial de leitões economicamente mais atrativa para a indústria de suínos.

6. Capítulo VI

6.1. Referências Bibliográficas

AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Gaithersburg, MD. 1997.

AGROCERES-PIC PIGCHAMP. Comparação de dados de desempenho em granjas suinícolas do Brasil no ano de 2003. Disponível em : <http://www.agrocerespic.com.br/images/argDownload/85Carta%20comparacao2003.doc>. Acesso em 07 de Junho de 2005.

AULDIST, D. E.; KING, R. H. Piglet's role in determining milk production in the sow. **In** Hennessy, D. P., Cranwell, P. D., (Eds.), *Manipulating Pig Production V*. Proc. Australasian Pig Science Association. p. 114-118, 1995.

AULDIST, D. E.; CARLSON, D.; MORRISH, L., et al. The influence of suckling interval on milk production of sows. **Journal of Animal Science**. Albany. vol.78, p. 2026-2031, 2000.

AULDIST, D. E.; CARLSON, D.; MORRISH, L., et al., Effect of increased suckling frequency on mammary development and milk yield of sows. **In**: Hennessy, D. P., Cranwell, P. D., (Eds.), *Manipulating Pig Production V*. Proc. Australasian Pig Science Association. p. 137, 1995.

AZAIN, M. J.; TOMKINS, T.; SOWINSKI, J. S. et al.. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: Seasonal variation in response. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 74, p. 2195-2202, 1996.

BENEVENGA, N. J.; GREER, F. R.; CRENSHAW, T. D. What is the growth potential of the runt pig? **University of Wisconsin Swine Day Report**. p. 4-6, 1990.

BLACK J. L.; MULLAN, B. P.; LORSCHY M. L. et al. Lactation in sows during heat stress. **Livestock Production Science**. Amsterdam. vol. 35, 153-170, 1993.

BLAXTER, K. L., Sir. **Energy metabolism in Animals and Man**. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 336. 1989.

CHAE B. J.; HAN, I. K.; KIM, J. H. et al. Effects of dietary protein sources on ileal digestibility and growth performance for early-weaned pigs. **Livestock Production Science**. Amsterdam. vol. 58, p. 45-54, 1999.

CHANEY, A. L.; MARBACH, E. P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**. Washington, DC. vol. 8, p. 130-135. 1962.

CLOWES, E. J.; AHERNE, F. X.; SCHAEFER A. L. ET AL. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 81, p. 1517–1528, 2003.

COMA, J.; ZIMMERMAN, D. R.; CARRION, D. Relationship of rate of lean tissue growth and other factors to concentration of urea in plasma of pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 73, p. 3649-3656, 1995.

DAHLQVIST, A. Method for assay of intestinal disaccharidases. **Analytical Biochemistry**. vol. 7, p. 18-5, 1964.

DREAU D.; J. P. LALLES; V. PHILOUZE-ROME et al. Local and Systemic Immune responses to soybean protein ingestion in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 72, p. 2090-2098, 1994.

ENGLISH, P. R.; SMITH, W. J.; MACLEAN, A. (Eds.) **The sow: Improving her efficiency**. Farming Press Ltda., Ipswich, Suffolk. 1977;

FAHMY, M. H.; HOLTZMANN, W. B.; MACINTYRE et al. Evaluation of pig mortality in 28 two breed crosses among eight breeds of pigs. **Animal Production**. vol. 26, p.277-285, 1978.

FAWCETT, J. K.; SCOTT, J. E. A rapid and precise method for the determination of urea. **Journal of Clinical Pathology**. vol. 13, p. 156, 1960.

FLYNN, N. E.; KNABE, D. A.; MALLICK, B. K. et al. Postnatal changes of plasma amino acids in suckling pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 78, v. 2369-2375, 2000.

FRASER, D. Behavioural perspectives on piglet survival. **Journal of Reproduction and Fertility**. Supl. 40, 355-370, 1990.

GOLDBARG, J. A.; RUTEMBURG, A. M. The colorimetric determination of leucine aminopeptidase in urine and serum of normal subjects and patients with cancer and other diseases. **Cancer**. vol. 11, p. 283-291, 1958.

GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M. M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal of Biological Chemistry**. vol. 177, p. 751-766, 1949.

HARRELL, R. J.; THOMAS M. J.; BOYD, R. D. Limitations on sow milk yield on baby pig growth. **In**. Proceedings of Cornell Nutrition Conference. Ithaca, NY. p. 156-164, 1993.

HARTAMAN, P. E.; SMITH, N. A.; THOMPSON, M. J. et al. The lactation cycle in the sow: physiological and management contradictions. **Livestock Production Science**. Amsterdam. vol. 50, p. 75-87. 1997.

HARTMANN, P. E.; ATWOOD, C. S.; COX, D. B. et al. Endocrine and autocrine strategies for the control of lactation in women and sows. **In**: Wild, C. J. Peaker, M., Knight, D. H., (Eds.), Intracellular Signalling in the Mammary Gland, Pleunum Press: New York. p. 203-225, 1994.

JENNESS, R. Lactational Performance of various mammalian species. **Journal of Dairy Science**. vol. 69, p.869-885, 1986.

JONES E. E.; COALSON, J. A.; LECCE, J. G. Soy flour as a source of protein for baby pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 45, p. 1073-1078, 1977.

KIDDER, D. E.; MANNERS, M. J. The level of distribution of carbohydrases in the small intestine mucosa of pigs from 3 weeks of age to maturity. **British Journal of Nutrition**. Cambridge. vol. 43, p.141-153, 1980.

KIM J. H.; HEO, K. N.; ODLE, J. et al. Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and the effects are maintained to market weight. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 79, p. 427-434, 2001.

KIM, S. W.; MCPHERSON, R. L.; WU, G. Dietary arginine supplementation enhances the growth of milk-fed young pigs. **Journal of Nutrition**. Philadelphia. vol. 134, p. 625-630, 2004.

KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J. E. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 64, n. 5, p.1458-66, 1987.

KUSINA, J., PETTIGREW J. E., SOWER, A. F. et al. Effect of Protein Intake During Gestation and Lactation on the Lactational Performance of Primiparous Sows. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 77, p. 931-941, 1999.

LI D. F.; NELSSSEN, J. L.; REDDY, P. G. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in early-weaned pig. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 68, p. 1790-1799, 1990.

LUNA, L. G. **Manual of histologic staining methods of the armed forces institute of pathology**. 3rd ed. McGraw-Hill Book Company, New York. 1968.

MANER J. H.; POND, W. G.; LOOSLI, J. K. Utilization of soybean protein by baby pigs and by rat. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 20, p.614, 1961.

MANER, J.H.; POND, W. G.; LOOSLI, J. K et al. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and rate of passage of food residues in the baby pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 21, p. 49-53, 1962.

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**. Albany. vol. 50, p. 870-876, 1980.

MAVROMICHALIS I.; PARR, T. M.; GARBET, V. M. et. al. True ileal digestibility of amino acids in sow's milk for 17-day-old pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 79, p. 707-713, 2001.

MCCLEAD JR. R. E.; LENTZ, M. E.; VIETH, R. A simple technique to feed newborns piglets. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**. vol. 10, p. 107-110, 1990.

MCCRACKEN B. A.; ZIJLSTRA, R. T.; DONOVAN, S. M. et al. Neither intact nor hydrolyzed soy proteins elicit intestinal inflammation in neonatal piglets. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. vol. 22, p. 91-97, 1998.

MCNAMARA, J. P.; PETTIGREW, J. E. Protein and fat utilization in lactating sows:I. Effects on milk production and body composition. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 80, p. 2442-2451, 2002.

MILLER, B.; NEWBY, C. R.; STOKES, D. et al. Influence of diet on post weaning malabsorption and diarrhea in the pig. **Research in Veterinary Science**. vol. 36, p.187, 1984.

MILLER, B.; NEWBY, C. R.; STOKES, D. et al. The role of dietary antigen in the aetiology of post weaning diarrhea. **Veterinary Research**. vol. 4, p. 487, 1983.

MILLIGAN, B. N.; DEWEY, C. E.; GRAU, A. F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**. vol. 56, p. 119-127, 2002.

MOUGHAN J. P.; PEDRAZA, M.; SMITH, W. C. et al. An evaluation with piglets of bovine milk, hydrolyzed bovine milk, and isolated soybean proteins included in infant milk formulas. I. Effect on organ development, digestive enzyme activities, and amino acid digestibility. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**. vol. 10, p. 385-94, 1990.

MOUGHAN J. P., CRANWELL, P. D. E SMITH, W. An evaluation with piglets of bovine milk, hydrolyzed bovine milk, and isolated soybean proteins included in infant milk formulas. II. Stomach-emptying rate and the postprandial change in gastric pH and milk-clotting enzyme activity. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**. vol. 12, p. 253-259, 1991.

MULLAN , B. P.; BROWN, W.; KERR, M. The response of the lactating sow to ambient temperature. **In**. Proceedings of the Nutrition Society of Australia. vol. 17, p. 215, 1992.

MULLAN, B. P.; WILLIAMS, I. H. The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first-littes sows. **Animal Production**. vol. 48, p. 449-457, 1989.

NEWPORT, M. J. Artificial rearing of pigs 11. Effect of replacement of dried skim-milk by an isolated soya-bean protein on the performance of the pigs and digestion protein. **British Journal of Nutrition**. Cambridge. vol. 44, p. 171-178, 1980.

NEWPORT, M. J.; KEAL, H. D. 12. Effect of replacement of dried skim-milk by either a soya-protein isolated or concentrate on the performance of the pigs and digested of protein. **British Journal of Nutrition**. Cambridge. vol. 48, p. 89-96, 1982.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 63, n. 6, p. 1888-1896, 1986.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 67, p. 3352-3359, 1989.

NRC, **Nutrient requirement of Swine**. 10th ed. National Academy Press, Washington, DC. 1988.

ODLE, J.; HERRELL, R. J. Nutritional approaches for improving neonatal piglet performance: Is there a place for liquid diets in commercial production? **Asain-Australasian Journal of Animal Science**. vol. 11, p. 774-780, 1998.

ODLE, J. ; HARRELL, R. J. . Liquid diets for early-weaned pigs – A “solution” for post-weaning morbidity. **In**. Proceedings Cornell Nutrition Conference. p. 14-24. 2001.

OLIVER, W. T., MATHEWS, S. A.; PHILLIPS O. et al. Efficacy of partially hydrolyzed corn syrup solids as a replacement for lactose in manufactured liquid diets for neonatal pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 80, p.143-153. 2002.

PEAKER, M. Autocrine control of milk secretion: Development of the concept. **In:** Wild, C. J., Peaker, M., Knight, C. H. (Eds.), *Intracellular Signalling in the Mammary Gland*. Plenum Press, New York, p. 193-202. 1995.

PETTIGREW, J. E.; HARMON, B. G.; SIMON, J. et al. Milk proteins for artificially reared piglets: II Comparison to a skim milk hydrolysate. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 44, n. 3, p. 383-388, 1977a.

PETTIGREW, J. E.; HARMON, B. G.; CURTIS, S. E. et al. Milk proteins for artificially reared piglets: III Efficacy of sodium caseinate and sweet dried whey. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 44, n. 2, p. 261-268, 1977b.

PETTIGREW, J. E.; CORNELIUS, S. G.; MOSER, R. L. et al. Effects of oral doses of corn oil and other factors on pre-weaning survival and growth of piglets. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 62, p. 601-612, 1986.

POND, W. G.; MANER, J. H. **Swine production in temperature and tropical environments**. W. H. Freeman and Company. San Francisco. pp. 646. 1974.

POND, W. G.; SNYDER, W.; WALKER, E. F. et al. Comparative utilization of casein, fish protein concentrate and isolated soybean protein in liquid diets for growth of baby pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 33, p. 587-592, 1971.

REEDS, P. J.; ODLE, J. Pig as a model for nutrient functional interaction. **In:** *Advances in swine in Biomedical Research*. M. Tumbleston and L. Schook eds. Plenum Press, New York. 1996.

REVELL D.; WILLIAMS, K.; MULLAN I. H. et al. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: II. Milk composition, milk yield and pig growth. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 76, p. 1738-1743, 1998.

RICHERT, B. T.; HANCOCK, J. D.; MORRILL, J. L. Effects of replacing milk and soybean products with wheat gluteins on digestibility of nutrients and rearing performance in nursery pigs. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 72, p. 151-159. , 1994.

SOHN K. S.; MAXWELL, C. V.; BUCHANAN, D. S. et al. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs: I. Effects on performance and total tract amino acid digestibility. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 72, p. 622-630, 1994.

SOHN K. S.; MAXWELL, C. V.; SOUTHERN L. L. et al. Improved soybean protein sources for early-weaned pigs: II. Effects on ileal amino acid digestibility. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 72, p. 631-637, 1994b.

SOUTHERN L. L.; BAKER D. H. Arginine requirement of the young pig. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 57, n. 2, p. 402-412, 1983.

TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER A. et al. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. **Theriogenology**. vol. 54, p. 371-388, 2000.

UDEN P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. vol. 31, p. 625-632, 1980.

USDA. **Part III: Reference of swine health and environmental management in United States, 2000**. USDA:APHIS:VS, CEAH, National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO. 2002.

VAN DER LENDE, T.; DE JAGER, D. Death risk and pre-weaning growth rate of piglets in relation to the within-litter weight distribution at birth. **Livestock Production Science**. Amsterdam. vol. 28, p. 73-84, 1991.

VEUM, T. L.; ODLE, J. Feeding neonatal pigs. In Lewis, J. L. & Soutthern L.L. (ed) **Swine Nutrition**. 2nd ed. CRC Press LLC. Boca Ratón, Flórida, 2001. p. 671-690.

WILLIAMS, I. H., AHERME, F. X., REVELL, D. K. Food intake in lactation: a limit to production. Foxcroft, G., (Ed.), **Advances in Pork Production**, vol. 5, University of Alberta, Alberta, p. 145-159, 1994.

WOLTER, B. F; ELLIS, M.; CORRIGAN, B. P. et al. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 80, p. 301-308, 2002.

WU, G.; KNABE, D. A.; KIM, S. W. Arginine nutrition in neonatal pigs. Proceedings Symposium on Arginine. **Jurnal of Nutrition**. Philadelphia. vol. 134, p. 2783S-2790S. 2004.

WU, G.; KNABE, D. A. Arginine synthesis in enterocytes of neonatal pigs. **American Journal of Physiology**. vol. 269 (3 Pt 2) p. R621-629, 1995.

WU, G; MORRIS JR., M. Review article. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Journal of Biochemistry**. vol. 336, p. 1-17, 1998.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **Journal of Nutrition**. Philadelphia. vol. 128, p. 1214-1252, 1998.

WU, G.; MEININGER, C. J.; KNABE, D. A. et al. Arginine nutrition in development, health and disease. **Current Opinion In Clinical Nutrition and Metabolic Care**. vol. 3, p. 59-66, 2000.

WU, G. Synthesis of citrulline and arginine from proline in enterocytes of postnatal pigs **American Journal of Physiology**. vol. 272 (6 Pt 1), p. G1382-1390. 1997.

ZIJLSTRA R. T.; MIES, A. M.; MCCRACKEN, B. A. et al. Short-term metabolic responses do not differ between neonatal piglets fed formulas containing hydrolyzed or intact soy proteins. **Journal of Nutrition**. Philadelphia. vol. 126, p. 913-23, 1996a.

ZIJLSTRA, R.T.; WHANG, K. Y.; EASTER, R. A. et al. Effect of feeding a milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. **Journal of Animal Science**. Albany. vol. 74, p. 2948-2959, 1996b.

APÊNDICES

Apêndice 3. Peso corporal (g) dos leitões alimentados com diferentes fontes de proteína da dieta (experimento 1).

Trat.	Rep.	PC inicial	PC DIA 9	PC DIA 16	PC DIA 19
Caseína	7	2348	4346	7763	9429
Caseína	8	1837	3617	6810	8216
Caseína	9	2601	2364	5052	6108
Caseína	10	1854	2604	5318	6856
Caseína	11	1618	3469	6590	8304
Caseína	12	2129	2598	3712	4682
PIS	1	1779	3982	7063	8739
PIS	2	1648	3364	6067	7451
PIS	3	1601	3221	5919	7080
PIS	4	2082	4261	7238	8824
PIS	5	1844	4230	7061	8482
PIS	6	1564	3593	6376	7703
PIS	7	2449	3893	7642	9262
PIS	8	1626	2849	5754	6986
PIS	9	1586	3098	6303	7957
PIS	10	1641	4045	7465	9465
PIS	11	1883	3031	5803	7299
PIS	12	2056	2734	5801	7440
PVM1	1	1864	3103	6152	7652
PVM1	2	1673	3218	5672	6822
PVM1	3	1639	3070	5891	7317
PVM1	4	1533	2870	5213	6654
PVM1	5	1912	3861	6944	8247
PVM1	6	1576	3642	6843	8452
PVM1	7	2348	3599	7250	8929
PVM1	8	1538	3516	6160	7952
PVM1	9	1477	2915	5690	7126
PVM1	10	2125	4335	7449	9179
PVM1	11	1853	3766	6486	7965
PVM1	12	1976	3612	6551	8288

Trat.	Rep.	PC inicial	PC DIA 9	PC DIA 16	PC DIA 19
PVM2	1	1872	4332	7749	9523
PVM2	2	1693	3120	5871	7420
PVM2	3	1427	2689	5310	6924
PVM2	4	2037	4288	7823	9540
PVM2	5	1952	4279	7430	8918
PVM2	6	1648	3846	6741	8340
PVM2	7	2191	4217	6736	8328
PVM2	8	1483	3576	6277	7874
PVM2	9	2152	4202	7270	8601
PVM2	10	2031	4113	6970	8896
PVM2	11	1819	4171	7339	8954
PVM2	12	1975	4187	7824	9588
Soro	1	1901	2706	4802	5721
Soro	2	1415	2677	4802	5647
Soro	3	1427	2108	2962	3408
Soro	4	2049	3451	6224	7501
Soro	5	2078	3085	5531	6942
Soro	6	1384	3049	6009	7006
Soro	7	1934	3117	5435	7040
Soro	8	1871	3468	5502	6394
Soro	9	2027	2257	3425	4548
Soro	10	2125	3845	6779	8754
Soro	11	1740	3029	5783	6998
Soro	12	1962	2325	4400	5883

Apêndice 4. Consumo de MS (g/dia) dos leitões alimentados com diferentes fontes de proteína da dieta (experimento 1).

Trat	Rep	Dia																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Soro	1	14	247	172	112	85	90	186	201	203	261	296	365	420	426	508	547	569
Soro	2	74	167	156	149	153	202	284	295	282	345	389	446	514	486	523	522	517
Soro	3	69	70	66	67	67	116	157	122	82	153	159	212	259	259	315	368	398
Soro	4	61	198	183	209	227	232	243	269	333	381	274	323	408	413	415	407	417
Soro	5	6	109	101	108	125	133	152	196	238	296	301	342	355	388	456	486	459
Soro	6	71	200	149	152	233	243	273	251	286	322	299	340	386	384	402	281	318
PVM2	1	75	190	203	222	255	307	333	367	384	418	388	460	467	511	592	599	609
PVM2	2	61	116	135	154	179	223	255	253	287	353	401	378	441	494	454	496	502
PVM2	3	64	55	81	97	125	155	177	218	233	294	260	292	321	338	386	404	548
PVM2	4	11	162	171	196	213	226	267	308	316	382	399	444	464	514	544	599	678
PVM2	5	70	181	226	228	226	261	267	332	418	424	404	416	475	475	513	545	504
PVM2	6	31	176	205	228	236	259	336	321	306	425	399	393	445	464	496	520	518
PVM1	1	3	26	94	105	121	138	219	255	277	331	314	357	384	410	423	475	465
PVM1	2	5	129	135	147	172	211	245	262	346	334	369	456	480	453	569	503	582
PVM1	3	72	134	107	109	175	215	246	283	310	359	403	483	491	555	585	618	689
PVM1	4	24	103	130	130	106	153	197	217	226	268	266	334	351	354	409	428	429
PVM1	5	74	175	185	193	181	259	212	177	272	372	356	419	408	473	496	522	495
PVM1	6	70	154	154	183	221	254	310	320	364	431	411	484	398	564	547	561	657
PIS	1	89	171	225	251	254	272	307	335	391	448	453	536	454	505	553	648	698
PIS	2	11	161	151	144	179	225	277	310	360	348	465	521	556	547	591	628	553
PIS	3	79	123	128	172	173	216	257	297	348	377	455	344	375	385	398	427	394
PIS	4	12	142	177	205	204	288	291	304	363	334	368	425	459	451	506	526	510
PIS	5	88	180	198	224	214	254	275	301	359	403	355	454	524	525	526	505	552
PIS	6	76	133	170	178	201	212	231	244	276	359	308	415	440	442	517	546	501

Apêndice 4. Consumo de Ms (g/dia) dos leitões alimentados com diferentes fontes de proteína da dieta (experimento 1). Continuação

Trat	Rep	Dia																
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Soro	7	57	142	139	144	157	152	155	161	184	260	354	432	465	599	682	512	717
Soro	8	51	207	195	259	274	220	267	313	413	525	484	557	526	429	387	465	414
Soro	9	21	317	82	169	170	198	150	111	88	81	118	147	190	211	240	329	312
Soro	10	58	199	158	237	265	269	310	390	399	464	527	474	582	407	568	792	695
Soro	11	26	116	94	124	172	191	249	273	322	331	332	388	465	547	566	627	480
Soro	12	18	16	121	66	61	66	94	216	255	261	297	304	405	367	439	558	544
PVM2	7	56	190	194	215	208	204	208	182	249	302	344	379	410	445	509	613	578
PVM2	8	59	151	168	199	214	225	244	271	261	294	342	373	435	513	539	660	676
PVM2	9	55	313	245	271	308	326	367	396	424	562	581	476	471	390	434	473	579
PVM2	10	17	189	203	242	244	246	244	293	294	364	401	367	409	456	559	657	561
PVM2	11	56	174	192	254	286	266	302	368	367	451	632	517	544	512	609	685	574
PVM2	12	57	207	225	317	346	357	368	443	380	494	499	541	487	596	590	600	701
PVM1	7	57	260	284	353	304	110	193	315	251	349	429	439	473	458	501	663	595
PVM1	8	55	173	197	198	223	223	276	303	374	466	534	591	654	694	780	627	485
PVM1	9	49	119	116	129	174	194	198	231	268	292	352	293	397	422	399	453	400
PVM1	10	17	210	223	233	275	274	319	412	386	509	515	494	632	473	629	718	667
PVM1	11	49	126	159	183	226	251	285	230	316	344	372	351	399	445	449	566	465
PVM1	12	56	176	251	273	324	279	348	397	400	444	468	466	513	496	540	600	606
PIS	7	57	250	235	284	306	307	257	354	407	574	569	593	672	687	636	520	437
PIS	8	57	156	203	260	323	321	350	377	411	527	513	587	556	582	724	610	359
PIS	9	55	138	166	188	176	193	155	169	227	304	393	430	477	518	510	596	568
PIS	10	16	128	180	234	278	291	322	319	341	431	513	568	591	715	828	804	709
PIS	11	60	115	123	100	102	133	192	213	275	358	341	312	375	394	392	478	434
PIS	12	18	108	164	112	279	148	206	322	370	534	557	567	658	691	763	804	478
CAS.	7	56	285	299	322	320	271	151	218	262	339	354	413	455	431	431	519	452
CAS.	8	53	274	293	324	279	319	227	239	296	314	301	335	383	366	402	454	492
CAS.	9	17	127	141	105	93	76	80	151	258	343	394	422	521	504	464	557	412
CAS.	10	24	83	146	101	84	63	84	155	236	285	340	373	454	491	475	584	591
CAS.	11	17	201	252	254	289	261	298	343	347	337	447	423	463	464	449	566	539
CAS.	12	18	80	163	106	87	73	53	79	130	198	243	208	181	187	208	336	428

Apêndice 5. Análise de variâncias das variáveis de desempenho do experimento 1

PC inicial					
CV=13,74 %					
Causas da Variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	25746	8582	0,14	0,9375
Experimento	1	379852	379852	6,05	0,0180
Erro	43	2698501	62755		
Total	47	3104099			

PC dia 9					
CV=9,09 %					
CAUSAS DA VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	3475561	1158520	10,76	<,0001
Experimento	1	43872	43872	0,41	0,5275
Peso inicial	1	2113810	2113810	19,63	<,0001
Erro	34	3660447	107660		
Total	39	10350261			

GDP dia 2 a 9					
CV=18,31 %					
CAUSAS DA VARIAÇÃO	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	70929	23643	10,76	<,0001
Experimento	1	895	895,	0,41	0,5275
Peso inicial	1	2	2	0,00	0,9760
Erro	34	74703	2197		
Total	39	147926			

CDR dia 2 a 9					
CV=18,65 %					
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	9713,062192	3237, 97	2,73	0,0589
Experimento	1	4255,460677	4255,460677	3,59	0,0666
Peso inicial	1	3534,242517	3534,242517	2,98	0,0932
Erro	34	40277,84323	1184,64245		
Total	39	63228,05663			

EA dia 2 a 9					
CV=14,23 %					
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	0,68007309	0,22669103	5,71	0,0028
Experimento	1	0,07080655	0,07080655	1,78	0,1907
Peso inicial	1	0,10687895	0,10687895	2,69	0,1101
Erro	34	1,35021274	0,03971214		
Total	39	2,26089442			

PC dia 16					CV=9,75 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	11748551,52	3916183,84	10,05	<,0001
Experimento	1	32647,61	32647,61	0,08	0,7738
Peso inicial	1	6372433,22	6372433,22	16,36	0,0002
Erro	38	14803130,11	389556,06		
Total	43	33409551,16			

GDP dia 9 a 16					CV=11,53 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	50426,15344	16808,71781	7,51	0,0005
Experimento	1	178,93045	178,93045	0,08	0,7790
Peso inicial	1	14962,02586	14962,02586	6,68	0,0137
Erro	38	85089,7596	2239,2042		
Total	43	152357,0724			

CDR dia 9 a 16					CV=14,39 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	39246,96335	13082,32112	3,99	0,0144
Experimento	1	16020,75054	16020,75054	4,89	0,0331
Peso inicial	1	10504,44479	10504,44479	3,21	0,0813
Erro	38	124443,1267	3274,8191		
Total	43	201167,3859			

EA dia 9 a 16					CV=14,36 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	0,13201159	0,04400386	1,94	0,1393
Experimento	1	0,06963062	0,06963062	3,07	0,0877
Peso inicial	1	0,00012233	0,00012233	0,01	0,9418
Erro	38	0,86113805	0,02266153		
Total	43	1,07109485			

PC dia 19					CV=9,24 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	15751510,32	5250503,44	9,84	<,0001
Experimento	1	89624,48	89624,48	0,17	0,6842
Peso inicial	1	8400688,45	8400688,45	15,74	0,0003
Erro	39	20815325,70	533726,30		
Total	44	46931874,31			

GDP dia 16 a 19					CV=13,68 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	58254,93958	19418,31319	4,11	0,0125
Experimento	1	33857,53305	33857,53305	7,17	0,0108
Peso inicial	1	14572,32085	14572,32085	3,09	0,0868
Erro	39	184090,4672	4720,2684		
Total	44	316374,3309			

CDR dia 16 a 19					CV=15,26 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	9765,34492	3255,11497	0,47	0,7062
Experimento	1	42344,19905	42344,19905	6,09	0,0181
Peso inicial	1	3347,74134	3347,74134	0,48	0,4919
Erro	39	271208,6705	6954,0685		
Total	44	342122,5531			

EA dia 16 a 19					CV=15,26 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	P
Dieta	3	0,09820347	0,03273449	1,63	0,1986
Experimento	1	0,00005751	0,00005751	0,00	0,9576
Peso inicial	1	0,00818818	0,00818818	0,41	0,5272
Erro	39	0,78446245	0,02011442		
Total	44	0,89145872			

GDP Dia 2 a 19					CV = 11,26%
Causa da variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Dieta	3	61906,37931	20635,45977	12,49	<,0001
Experimento	1	1918,61635	1918,61635	1,16	0,2883
PC inicial	1	4448,0478	4448,0478	2,69	0,1095
Erro	36	59463,5108	1651,7642		
Total corrigido	41	126024,388			

CDR Dia 2 -19					CV=13,38 %
Causa da variação	GL	QM	SQ	F	Pr > F
Dieta	3	21194,45623	7064,81874	3,55	0,0238
Experimento	1	13892,84495	13892,84495	6,98	0,0121
PC inicial	1	7896,38597	7896,38597	3,97	0,054
Erro	36	71642,0616	1990,0573		
Total corrigido	41	117272,7075			

EA Dia 2 a 19					CV=10,55%
Causa da variação	GL	QM	SQ	F	Pr > F
Dieta	3	0,12488952	0,04162984	3,14	0,0372
Experimento	1	0,05662085	0,05662085	4,27	0,0462
PC inicial	1	0,01277091	0,01277091	0,96	0,3332
Erro	36	0,47792493	0,01327569		
Total corrigido	41	0,70931696			

Apêndice 6. Digestibilidade Ileal aparente de aminoácidos (%). (Experimento 1.)

Dieta	Rep	Asp.	Tre	Ser.	Glut.	Pro	Gli	Ala	Val	Met
Soro	2	88,55	80,30	77,53	88,74	85,06	59,94	84,68	86,84	90,91
Soro	4	91,37	79,70	78,23	90,99	85,77	74,32	87,55	88,64	93,27
Soro	5	89,79	83,46	80,27	90,32	87,33	71,40	85,95	88,83	90,76
Soro	6	89,87	79,85	78,10	89,26	84,55	67,95	86,76	88,26	92,55
Soro	7	81,66	69,57	66,35	81,47	75,90	42,63	77,80	79,32	87,15
Soro	8	88,79	76,83	76,25	87,42	80,95	64,94	84,83	84,22	91,57
Soro	9	82,21	73,31	70,95	83,12	76,19	53,13	81,82	81,96	89,66
Soro	10	86,77	74,77	70,77	85,95	75,85	63,49	84,34	85,50	91,63
Soro	11	92,42	80,85	80,72	91,62	85,27	70,86	89,10	90,50	94,25
Soro	12	86,27	76,19	74,71	85,08	79,82	68,57	84,62	86,04	91,87
PVM2	1	78,85	72,10	72,70	84,85	81,46	66,75	76,88	78,83	88,79
PVM2	2	78,74	71,28	70,41	82,50	79,92	71,43	76,64	79,02	87,44
PVM2	3	76,51	69,10	70,16	80,17	77,97	66,23	74,16	76,22	86,47
PVM2	4	79,53	72,14	74,18	83,48	79,69	63,64	77,17	78,40	88,41
PVM2	5	79,88	77,01	76,93	86,95	84,61	72,15	79,61	82,05	88,73
PVM2	6	83,61	76,92	78,45	88,27	84,84	74,51	77,41	82,52	90,40
PVM2	7	68,70	60,94	60,40	73,52	71,72	52,89	66,24	69,72	82,57
PVM2	8	56,26	53,82	56,22	62,15	58,62	25,44	61,88	66,82	81,27
PVM2	9	82,16	72,56	73,89	86,45	81,97	72,86	77,87	80,30	89,46
PVM2	10	75,37	67,67	67,10	80,46	77,90	65,59	72,90	75,11	85,93
PVM2	11	78,54	70,09	71,00	80,05	74,88	68,05	79,16	81,94	89,59
PVM2	12	79,39	70,20	70,44	83,66	79,47	69,74	77,06	79,46	88,16
PIS	1	51,00	41,34	40,59	50,49	45,70	41,23	43,51	53,69	76,33
PIS	2	78,53	69,37	72,28	83,37	77,35	70,00	75,55	79,02	88,31
PIS	3	71,35	57,66	61,48	54,75	61,44	51,11	63,32	72,90	82,79
PIS	4	84,68	75,62	78,23	88,92	84,23	79,41	80,44	84,52	91,34
PIS	5	77,26	67,42	69,39	81,68	76,06	65,19	73,52	76,11	87,23
PIS	6	71,35	60,51	62,07	73,84	68,19	61,48	63,86	69,46	82,47
PIS	7	70,57	57,19	61,28	77,00	66,50	54,56	61,48	64,41	79,60
PIS	8	74,73	62,30	68,32	80,97	70,56	63,23	68,31	71,57	84,06
PIS	9	79,89	69,80	75,02	85,45	78,76	73,55	75,82	79,06	89,67
PIS	10	81,29	70,64	76,63	85,82	77,71	72,28	77,52	80,15	90,32
PIS	11	79,24	69,54	77,03	84,49	77,61	70,11	77,33	80,90	88,77
PIS	12	75,00	63,46	70,13	78,66	69,53	61,24	67,94	69,80	85,84
Caseina	7	81,82	72,31	74,35	88,45	87,61	59,09	77,52	85,22	92,11
Caseina	8	82,44	74,36	76,21	87,87	86,16	63,90	79,21	86,15	91,95
Caseina	9	92,91	84,83	87,50	95,07	93,43	80,87	90,02	93,54	96,38
Caseina	10	89,79	81,57	84,59	93,41	91,79	76,48	86,55	91,25	95,08
Caseina	11	90,59	82,34	84,87	93,50	91,92	78,79	87,79	91,67	95,50
Caseina	12	84,79	74,97	79,81	89,97	88,38	65,26	81,56	88,05	92,86

Apêndice 6. Digestibilidade Ileal aparente de aminoácidos (%). (Experimento 1). Continuação...

Dieta	Rep	Isol	Leu	Tir	Fenil	Hist	Lis	Arg	Tot
Soro	2	91,20	91,08	85,91	86,13	86,34	87,77	86,18	86,65
Soro	4	93,56	93,91	90,00	90,68	90,23	90,05	88,95	89,15
Soro	5	92,41	91,89	86,97	87,33	87,60	88,45	83,04	88,20
Soro	6	92,15	92,73	89,09	89,45	88,84	88,48	86,67	87,85
Soro	7	86,84	86,30	75,32	76,52	77,59	81,43	75,44	78,96
Soro	8	90,71	92,33	88,10	88,58	87,08	84,71	85,19	85,76
Soro	9	87,11	88,42	82,14	83,84	80,13	78,10	82,14	81,08
Soro	10	89,55	91,67	85,71	87,50	85,38	83,72	83,96	84,21
Soro	11	94,36	95,37	92,66	93,21	91,73	89,25	92,40	90,02
Soro	12	89,98	91,80	88,01	88,49	86,38	83,87	88,72	84,98
PVM2	1	82,25	81,94	81,99	82,65	82,53	80,64	82,87	80,63
PVM2	2	82,83	80,68	80,43	82,30	81,38	80,24	80,67	79,69
PVM2	3	79,50	80,20	78,57	80,09	79,02	76,90	79,36	77,51
PVM2	4	82,41	83,67	82,68	83,28	81,23	80,60	86,34	80,58
PVM2	5	85,21	83,24	83,84	84,46	84,10	80,88	84,30	82,83
PVM2	6	85,97	85,36	85,39	85,51	85,78	84,58	85,21	84,31
PVM2	7	74,00	71,62	70,67	73,51	72,41	69,15	74,18	70,25
PVM2	8	67,62	71,60	70,37	70,37	65,90	64,60	72,12	62,84
PVM2	9	84,02	83,49	83,50	84,01	84,27	81,22	84,32	82,26
PVM2	10	78,79	77,91	77,23	78,93	78,25	76,96	78,04	76,71
PVM2	11	83,47	85,29	84,00	84,56	83,00	77,53	84,55	79,70
PVM2	12	83,06	83,15	81,71	83,14	82,27	78,89	82,08	80,25
PIS	1	51,01	54,26	53,89	59,82	51,39	49,21	60,29	51,30
PIS	2	80,66	81,91	80,21	81,87	80,73	79,68	86,88	79,92
PIS	3	74,09	77,24	73,44	77,00	71,48	53,44	80,32	66,22
PIS	4	85,99	86,67	86,00	86,56	86,88	85,17	90,54	85,47
PIS	5	77,74	80,12	77,71	80,13	78,65	77,98	85,05	77,94
PIS	6	70,92	81,09	69,58	73,33	70,31	70,41	78,39	71,58
PIS	7	68,03	71,29	64,15	68,09	67,23	69,14	77,33	69,54
PIS	8	73,85	78,04	72,36	75,91	73,50	74,09	81,94	75,01
PIS	9	82,13	83,39	82,77	83,56	83,05	79,99	88,15	81,45
PIS	10	81,03	85,19	82,93	83,82	81,69	80,59	88,65	82,00
PIS	11	83,85	86,19	83,47	84,96	82,03	81,35	91,62	81,91
PIS	12	71,28	77,88	73,33	75,78	72,32	72,71	81,98	74,24
Caseina	7	88,79	91,29	88,73	88,12	87,34	85,06	84,86	85,31
Caseina	8	89,13	92,22	90,06	89,87	88,43	88,06	87,60	86,11
Caseina	9	94,89	97,28	96,33	96,37	94,92	93,72	94,93	93,64
Caseina	10	93,68	95,67	94,00	94,15	92,78	91,74	92,13	91,49
Caseina	11	93,56	96,05	94,84	94,64	92,94	92,25	92,79	91,92
Caseina	12	90,15	93,34	91,16	91,09	89,35	87,72	88,03	87,64

Apêndice 7. Análise de variância da digestibilidade ileal de aminoácidos (Experimento 1).

Variável Dependente: Aspartato					CV = 5,43 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	655,427132	218,475711	11,31	<,0001
Dieta	2	649,2418052	324,6209026	16,8	<,0001
Bloco (tempo)	1	11,8499359	11,8499359	0,61	0,4404
Erro	27	521,712068	19,322669		
Total corrigido	30	1177,1392			

Variável Dependente: Serina					CV = 7,64 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	187,42488	62,47496	2,05	0,1301
Dieta	2	130,3800999	65,1900499	2,14	0,1369
Bloco (tempo)	1	62,0767646	62,0767646	2,04	0,1647
Erro	27	821,658417	30,431793		
Total corrigido	30	1009,083297			

Variável Dependente: Prolina					CV = 6,85 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	347,71819	115,906063	4,02	0,0173
Dieta	2	295,1122935	147,5561467	5,12	0,013
Bloco (tempo)	1	48,6955791	48,6955791	1,69	0,2045
Erro	27	777,645294	28,801678		
Total corrigido	30	1125,363484			

Variável Dependente: Alanina					CV = 6,82 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	789,689384	263,229795	9,42	0,0002
Dieta	2	789,299478	394,649739	14,13	<,0001
Bloco (tempo)	1	1,3398804	1,3398804	0,05	0,8283
Erro	27	754,32499	27,937963		
Total corrigido	30	1544,014374			

Variável Dependente: Valina					CV = 6,03 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	505,373513	168,457838	7,21	0,0011
Dieta	2	499,8820432	249,9410216	10,7	0,0004
Bloco (tempo)	1	8,3631787	8,3631787	0,36	0,5547
Erro	27	630,934074	23,367929		
Total corrigido	30	1136,307587			

Variável Dependente: Metionina					CV = 3,39 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	110,519604	36,839868	4,08	0,0164
Dieta	2	110,0742877	55,0371438	6,09	0,0065
Bloco (tempo)	1	0,7926439	0,7926439	0,09	0,7693
Erro	27	243,8711056	9,0322632		
Total corrigido	30	354,3907097			

Variável Dependente: Isoleucina					CV = 5,49 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	799,238484	266,412828	12,68	<,0001
Dieta	2	798,6882903	399,3441451	19	<,0001
Bloco (tempo)	1	1,7057823	1,7057823	0,08	0,7779
Erro	27	567,366058	21,013558		
Total corrigido	30	1366,604542			

Variável Dependente: Leucina					CV = 5,61 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	613,922474	204,640825	10,72	<,0001
Dieta	2	612,4544179	306,2272089	16,05	<,0001
Bloco (tempo)	1	5,2120081	5,2120081	0,27	0,6055
Erro	27	515,252519	19,083427		
Total corrigido	30	1129,174994			

Variável Dependente: Tirosina					CV = 7,03 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	360,748328	120,249443	3,66	0,0247
Dieta	2	357,6974627	178,8487314	5,44	0,0103
Bloco (tempo)	1	3,6999317	3,6999317	0,11	0,7398
Erro	27	887,015872	32,85244		
Total corrigido	30	1247,7642			

Variável Dependente: Fenilalanina					CV = 5,88 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	258,6454944	86,2151648	3,62	0,0256
Dieta	2	257,6206581	128,810329	5,41	0,0106
Bloco (tempo)	1	1,6623524	1,6623524	0,07	0,7936
Erro	27	642,6006153	23,8000228		
Total corrigido	30	901,2461097			

Variável Dependente: Histidina					CV = 6,35 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	330,991907	110,330636	4,09	0,0162
Dieta	2	326,6172065	163,3086033	6,06	0,0067
Bloco (tempo)	1	5,0164568	5,0164568	0,19	0,6696
Erro	27	727,713481	26,952351		
Total corrigido	30	1058,705387			

Variável Dependente: Arginina					CV = 5,60 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	36,1140568	12,0380189	0,54	0,657
Dieta	2	34,31759546	17,15879773	0,77	0,4711
Bloco (tempo)	1	3,50454878	3,50454878	0,16	0,6941
Erro	27	598,5904916	22,1700182		
Total corrigido	30	634,7045484			

Variável Dependente: Total Aa essenciais

CV = 5,25 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	480,4970303	160,1656768	8,75	0,0003
Dieta	2	467,1882657	233,5941328	12,76	0,0001
Bloco (tempo)	1	8,7954011	8,7954011	0,48	0,4941
Erro	27	494,1271181	18,3010044		
Total corrigido	30	974,6241484			

Variável Dependente: Treonina

CV = 6,50 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	594,035882	198,011961	9,07	0,0003
Dieta	2	480,5042787	240,2521393	11,01	0,0003
Bloco (tempo)	1	103,9485849	103,9485849	4,76	0,0383
Erro	26	567,593215	21,830508		
Total corrigido	29	1161,629097			

Variável Dependente: Ac. Gutâmico

CV = 4,64 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	203,5908803	67,8636268	4,43	0,0121
Dieta	2	160,9469068	80,4734534	5,26	0,0121
Bloco (tempo)	1	46,6118741	46,6118741	3,04	0,0928
Erro	26	398,0767897	15,3106458		
Total corrigido	29	601,66767			

Variável Dependente: Glicina

CV = 11,34 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	301,720207	100,573402	1,78	0,1761
Dieta	2	134,259035	67,1295175	1,19	0,3212
Bloco (tempo)	1	165,2159203	165,2159203	2,92	0,0994
Erro	26	1470,88193	56,572382		
Total corrigido	29	1772,602137			

Variável Dependente: Lisina

CV = 5,3 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	404,2109181	134,7369727	7,35	0,001
Dieta	2	340,2665028	170,1332514	9,28	0,0009
Bloco (tempo)	1	66,3221785	66,3221785	3,62	0,0683
Erro	26	476,5638186	18,3293776		
Total corrigido	29	880,7747367			

Variável Dependente: Aa Totais

CV = 5,27 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	3	308,6574238	102,8858079	5,62	0,0042
Dieta	2	276,5087571	138,2543786	7,55	0,0026
Bloco (tempo)	1	33,5589042	33,5589042	1,83	0,1876
Erro	26	476,3810429	18,3223478		
Total corrigido	29	785,0384667			

Apêndice 8. Consumo diário de aminoácidos digestíveis (g/dia). (Experimento 1).

Dieta	rep	lis	tre	met	arg	glut	asp	ser	gli
Soro	2	5,26	3,59	1,68	1,59	10,43	6,57	2,11	0,88
Soro	4	4,90	3,23	1,56	1,49	9,70	6,15	1,93	0,99
Soro	5	4,10	2,88	1,30	1,18	8,20	5,15	1,69	0,81
Soro	6	4,43	2,98	1,43	1,33	8,75	5,56	1,77	0,83
Soro	7	4,70	2,93	1,55	1,34	9,24	5,83	1,68	0,59
Soro	8	5,51	3,67	1,83	1,71	11,18	7,15	2,20	1,02
Soro	10	6,18	4,05	2,08	1,91	12,47	7,93	2,30	1,13
Soro	11	5,15	3,43	1,67	1,64	10,38	6,60	2,07	0,99
Soro	12	3,73	2,48	1,26	1,22	7,43	4,74	1,47	0,74
PVM2	1	6,00	3,48	2,34	3,43	16,63	7,51	2,79	1,92
PVM2	2	4,85	2,79	1,87	2,71	13,12	6,09	2,19	1,67
PVM2	3	3,63	2,12	1,44	2,08	9,97	4,63	1,71	1,21
PVM2	4	5,54	3,22	2,15	3,29	15,11	7,00	2,63	1,69
PVM2	5	5,63	3,48	2,18	3,26	15,93	7,11	2,76	1,94
PVM2	6	5,68	3,35	2,15	3,18	15,61	7,19	2,72	1,94
PVM2	7	4,25	2,46	1,79	2,53	11,93	5,43	1,96	1,27
PVM2	9	6,30	3,68	2,45	3,64	17,70	8,19	3,01	2,21
PVM2	10	5,14	2,96	2,03	2,90	14,20	6,48	2,36	1,71
PVM2	11	6,12	3,62	2,50	3,71	16,68	7,97	2,94	2,10
PVM2	12	6,61	3,85	2,61	3,82	18,51	8,55	3,10	2,28
PIS	2	5,50	2,69	2,34	4,67	14,79	8,05	2,58	2,23
PIS	3	3,01	1,83	1,80	3,53	8,19	6,01	1,81	1,33
PIS	4	5,43	2,71	2,24	4,49	14,51	8,01	2,57	2,34
PIS	5	5,30	2,58	2,28	4,50	14,28	7,80	2,44	2,04
PIS	6	4,23	2,04	1,90	3,66	11,48	6,38	1,93	1,70
PIS	7	5,69	2,66	2,53	4,97	15,85	8,56	2,55	2,07
PIS	8	5,89	2,80	2,58	5,09	16,17	8,77	2,76	2,32
PIS	9	4,84	2,39	2,09	4,16	13,02	7,14	2,31	2,05
PIS	10	6,73	3,34	2,90	5,78	18,07	10,04	3,26	2,79
PIS	11	4,11	1,99	1,73	3,61	10,76	5,92	1,98	1,64
PIS	12	5,67	2,80	2,58	4,99	15,37	8,63	2,78	2,21
Caseína	7	5,55	2,78	2,30	2,06	14,13	5,40	2,24	0,85
Caseína	8	5,52	2,74	2,20	2,04	13,47	5,22	2,21	0,89
Caseína	9	5,12	2,72	2,01	1,93	12,70	5,12	2,21	0,98
Caseína	10	4,91	2,57	1,94	1,83	12,23	4,85	2,09	0,90
Caseína	11	6,43	3,37	2,54	2,40	15,94	6,37	2,73	1,21
Caseína	12	2,85	1,43	1,15	1,06	7,16	2,79	1,20	0,47

Apêndice 8. Consumo diário de aminoácidos digestíveis (g/dia). (Experimento 1).

Continuação...

Dieta	rep	ala	val	isol	leu	tir	fenil	hist	pro
Soro	2	2,83	3,71	3,99	6,54	1,56	2,03	1,20	3,45
Soro	4	2,65	3,44	3,71	6,11	1,48	1,94	1,14	3,16
Soro	5	2,22	2,93	3,12	5,09	1,22	1,59	0,94	2,74
Soro	6	2,42	3,15	3,36	5,55	1,35	1,76	1,03	2,86
Soro	7	2,50	3,27	3,66	5,96	1,31	1,75	1,04	2,95
Soro	8	3,07	3,92	4,31	7,20	1,74	2,28	1,32	3,55
Soro	10	3,46	4,51	4,83	8,11	1,92	2,55	1,47	3,77
Soro	11	2,86	3,73	3,98	6,59	1,62	2,12	1,23	3,32
Soro	12	2,09	2,73	2,92	5,16	1,18	1,55	0,89	2,39
PVM2	1	3,15	4,27	4,33	7,20	2,33	3,47	1,80	5,32
PVM2	2	2,55	3,47	3,54	5,75	1,86	2,80	1,44	4,24
PVM2	3	1,93	2,62	2,65	4,47	1,42	2,13	1,09	3,23
PVM2	4	2,92	3,92	4,00	6,79	2,17	3,23	1,63	4,81
PVM2	5	3,04	4,15	4,19	6,83	2,23	3,31	1,71	5,17
PVM2	6	2,86	4,03	4,08	6,77	2,19	3,24	1,69	5,00
PVM2	7	2,24	3,12	3,22	5,21	1,68	2,57	1,31	3,88
PVM2	9	3,33	4,53	4,61	7,67	2,50	3,70	1,92	5,60
PVM2	10	2,69	3,65	3,73	6,16	1,99	3,00	1,53	4,58
PVM2	11	3,45	4,71	4,66	7,97	2,56	3,79	1,92	5,20
PVM2	12	3,56	4,85	4,93	8,25	2,64	3,95	2,02	5,86
PIS	2	2,83	3,83	3,81	6,53	2,20	3,49	1,76	3,75
PIS	3	1,94	2,89	2,86	5,06	1,65	2,69	1,27	2,42
PIS	4	2,78	3,79	3,75	6,37	2,18	3,41	1,75	3,78
PIS	5	2,71	3,63	3,61	6,29	2,10	3,36	1,68	3,63
PIS	6	2,08	2,91	2,90	5,63	1,65	2,71	1,32	2,87
PIS	7	2,76	3,81	3,88	6,71	2,14	3,52	1,79	3,91
PIS	8	2,96	4,07	4,06	7,11	2,32	3,77	1,88	4,01
PIS	9	2,50	3,41	3,43	5,79	2,01	3,15	1,61	3,39
PIS	10	3,52	4,77	4,67	8,17	2,78	4,36	2,19	4,62
PIS	11	2,13	2,91	2,92	5,00	1,70	2,68	1,33	2,79
PIS	12	2,88	3,90	3,85	6,96	2,31	3,69	1,82	3,87
Caseína	7	2,19	4,11	3,85	7,52	2,45	2,92	1,69	5,69
Caseína	8	2,14	3,99	3,70	7,29	2,38	2,86	1,64	5,37
Caseína	9	2,12	3,77	3,44	6,70	2,22	2,67	1,54	5,07
Caseína	10	2,00	3,61	3,32	6,46	2,12	2,56	1,47	4,89
Caseína	11	2,64	4,72	4,32	8,44	2,79	3,35	1,92	6,37
Caseína	12	1,15	2,12	1,94	3,83	1,25	1,50	0,86	2,86

Apêndice 9. Análise de variância do consumo de aminoácidos digestíveis (g/dia)
(Experimento 1).

Variável Dependente: Lisina					CV = 17,08
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	4,26891359	1,0672284	1,37	0,2715
Bloco (tempo)	1	1,3992639	1,3992639	1,8	0,1918
Dieta	2	1,58666463	0,79333231	1,02	0,3751
Peso inicial	1	0,38104656	0,38104656	0,49	0,4905
Erro	26	20,2536606	0,77898695		
Total corrigido	30	24,52257419			

Variável Dependente: Treonina					CV = 16,51 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	3,80796237	0,95199059	3,96	0,0122
Dieta	2	3,25407958	1,62703979	6,76	0,0043
Bloco (tempo)	1	0,23595534	0,23595534	0,98	0,3311
Peso inicial	1	0,07158574	0,07158574	0,3	0,5901
Erro	26	6,2553344	0,24058978		
Total corrigido	30	10,06329677			

Variável Dependente: Metionina					CV = 15,43 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,97686987	0,74421747	7,6	0,0003
Dieta	2	2,51962079	1,2598104	12,87	0,0001
Bloco (tempo)	1	0,29589828	0,29589828	3,02	0,0939
Peso inicial	1	0,05006933	0,05006933	0,51	0,4809
Erro	26	2,54496884	0,09788342		
Total corrigido	30	5,52183871			

Variável Dependente: Arginina					CV = 16,72 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	45,9354925	11,48387313	41,59	<,0001
Dieta	2	44,94667806	22,47333903	81,38	<,0001
Bloco (tempo)	1	0,67373349	0,67373349	2,44	0,1304
Peso inicial	1	0,13328889	0,13328889	0,48	0,4934
Erro	26	7,17964943	0,27614036		
Total corrigido	30	53,11514194			

Variável Dependente: Ac. Glutâmico					CV = 17,79 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	170,9161398	42,7290349	7,88	0,0003
Dieta	2	149,390411	74,6952055	13,78	<,0001
Bloco (tempo)	1	9,853578	9,853578	1,82	0,1892
Peso inicial	1	4,2555916	4,2555916	0,78	0,3837
Erro	26	140,9522151	5,421239		
Total corrigido	30	311,8683548			

Variável Dependente: Ac. Aspártico

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	17,30862936	4,32715734	3,34	0,0246
Dieta	2	12,54058097	6,27029048	4,85	0,0163
Bloco (tempo)	1	2,74823742	2,74823742	2,12	0,157
Peso inicial	1	0,55375976	0,55375976	0,43	0,5187
Erro	26	33,64433838	1,29401301		
Total corrigido	30	50,95296774			

Variável Dependente: Serina

CV = 16,95 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,69912192	0,67478048	4,31	0,0083
Dieta	2	2,36070959	1,1803548	7,53	0,0026
Bloco (tempo)	1	0,22758294	0,22758294	1,45	0,239
Peso inicial	1	0,03369144	0,03369144	0,22	0,6467
Erro	26	4,07343292	0,1566705		
Total corrigido	30	6,77255484			

Variável Dependente: Glicina

CV = 20,02 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	7,63704095	1,90926024	17,85	<,0001
Dieta	2	7,4892437	3,74462185	35	<,0001
Bloco (tempo)	1	0,13178309	0,13178309	1,23	0,2772
Peso inicial	1	0,01424994	0,01424994	0,13	0,7181
Erro	26	2,78146872	0,10697957		
Total corrigido	30	10,41850968			

Variável Dependente: Alanina

CV = 16,58 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	1,11011659	0,27752915	1,34	0,2803
Dieta	2	0,39578492	0,19789246	0,96	0,3966
Bloco (tempo)	1	0,47993474	0,47993474	2,32	0,1394
Peso inicial	1	0,04357692	0,04357692	0,21	0,6497
Erro	26	5,36755437	0,2064444		
Total corrigido	30	6,47767097			

Variável Dependente: Valina

CV = 16,00 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,31140408	0,57785102	1,65	0,192
Dieta	2	1,17226738	0,58613369	1,67	0,2073
Bloco (tempo)	1	0,799077	0,799077	2,28	0,143
Peso inicial	1	0,06568756	0,06568756	0,19	0,6686
Erro	26	9,10933785	0,35035915		
Total corrigido	30	11,42074194			

Variável Dependente: Isoleucina CV = 15,54 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,23816553	0,55954138	1,61	0,2018
Dieta	2	0,85356769	0,42678385	1,23	0,3095
Bloco (tempo)	1	0,8779019	0,8779019	2,52	0,1241
Peso inicial	1	0,10205689	0,10205689	0,29	0,5926
Erro	26	9,03997641	0,3476914		
Total corrigido	30	11,27814194			

Variável Dependente: Leucina CV = 15,52 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	5,06977087	1,26744272	1,28	0,3048
Dieta	2	1,06748931	0,53374465	0,54	0,5906
Bloco (tempo)	1	2,82274413	2,82274413	2,84	0,1038
Peso inicial	1	0,18285244	0,18285244	0,18	0,6714
Erro	26	25,82481622	0,99326216		
Total corrigido	30	30,8945871			

Variável Dependente: Tirosina CV = 16,60 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,94888383	0,73722096	7,14	0,0005
Dieta	2	2,63204883	1,31602442	12,74	0,0001
Bloco (tempo)	1	0,26348319	0,26348319	2,55	0,1223
Peso inicial	1	0,01502149	0,01502149	0,15	0,706
Erro	26	2,68509037	0,10327271		
Total corrigido	30	5,63397419			

Variável Dependente: Fenilalanina CV = 16,10 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	12,19828175	3,04957044	14,07	<,0001
Dieta	2	11,4627997	5,73139985	26,45	<,0001
Bloco (tempo)	1	0,59331695	0,59331695	2,74	0,11
Peso inicial	1	0,05328624	0,05328624	0,25	0,6242
Erro	26	5,63491825	0,21672762		
Total corrigido	30	17,8332			

Variável Dependente: Histidina CV = 16,43 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	1,96175909	0,49043977	7,99	0,0002
Dieta	2	1,7520425	0,87602125	14,28	<,0001
Bloco (tempo)	1	0,14997046	0,14997046	2,44	0,1301
Peso inicial	1	0,01896582	0,01896582	0,31	0,583
Erro	26	1,59547962	0,0613646		
Total corrigido	30	3,55723871			

Variável Dependente: Prolina CV = 16,30 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	16,93561366	4,23390342	10,6	<,0001
Dieta	2	15,25527292	7,62763646	19,1	<,0001
Bloco (tempo)	1	0,47853642	0,47853642	1,2	0,2837
Peso inicial	1	0,27764396	0,27764396	0,7	0,4119
Erro	26	10,38156053	0,39929079		
Total corrigido	30	27,31717419			

Variável Dependente: Aa Essenciais Totais CV = 15,88

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	282,0821578	70,5205395	2,8	0,0468
Dieta	2	191,3760465	95,6880233	3,8	0,0358
Bloco (tempo)	1	59,3199384	59,3199384	2,35	0,1371
Peso inicial	1	8,0975557	8,0975557	0,32	0,5758
Erro	26	655,5341131	25,2128505		
Total corrigido	30	937,616271			

Variável Dependente: Aa Totais CV = 16,38

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	1806,96045	451,740113	4,08	0,0107
Dieta	2	1424,314314	712,157157	6,43	0,0054
Bloco (tempo)	1	232,156545	232,156545	2,1	0,1595
Peso inicial	1	46,428375	46,428375	0,42	0,5229
Erro	26	2877,684834	110,680186		
Total corrigido	30	4684,645284			

Apêndice 10. Composição de carcaça e taxa (aos 2 e 19 dias de idade) de deposição de nutrientes de leitões dos 2 aos 19 dias de idade. (Experimento 1).

Trat	rep	Água %	Cinzas %	Gordura %	Prot %	H2O g/dia	Gordura g/dia	cinzas g/dia	Prot g/dia
Soro	1	71,29	2,45	11,81	12,92	151	36	5	30
Soro	2	70,13	2,27	13,05	12,48	167	40	5	31
Soro	4	67,54	2,32	15,53	13,06	204	63	6	42
Soro	5	68,81	2,38	14,15	13,93	185	54	6	41
Soro	6	69,69	2,26	14,26	12,40	223	56	7	40
Soro	7	71,20	2,25	12,88	11,96	207	48	6	35
Soro	8	61,35	2,35	22,65	12,33	146	80	6	32
Soro	10	65,04	2,31	18,51	12,84	237	90	8	50
Soro	11	67,23	2,40	16,20	12,86	197	62	7	40
Soro	12	70,79	2,37	12,84	13,04	156	39	5	30
PVM2	1	70,78	2,16	12,50	13,92	309	66	9	65
PVM2	2	70,82	2,17	11,67	14,25	230	47	7	50
PVM2	3	71,12	1,98	12,16	13,08	221	47	6	43
PVM2	4	69,36	2,12	13,61	13,81	296	71	8	62
PVM2	5	69,73	2,23	12,65	13,98	275	63	9	58
PVM2	6	68,59	2,11	13,50	14,65	260	63	8	59
PVM2	7	71,79	2,12	10,41	14,26	252	45	7	53
PVM2	8	68,00	2,18	14,90	13,25	247	65	8	50
PVM2	9	71,98	2,06	10,92	13,68	265	50	7	53
PVM2	10	75,03	1,73	10,62	10,98	299	50	6	42
PVM2	11	68,14	2,17	14,28	14,87	275	71	8	65
PVM2	12	69,73	2,21	12,89	13,51	303	68	9	61
PVM1	1	70,48	2,15	12,92	12,57	230	54	6	43
PVM1	2	69,36	2,25	12,90	14,12	200	48	6	45
PVM1	3	71,55	2,09	11,39	13,90	230	47	6	48
PVM1	4	72,25	2,10	11,03	13,39	212	39	5	41
PVM1	5	70,20	2,37	12,60	13,38	252	58	8	50
PVM1	6	68,42	2,16	14,31	13,95	267	68	8	57
PVM1	7	71,01	2,19	12,63	13,19	266	60	8	51
PVM1	8	70,39	2,00	12,79	13,57	259	56	7	52
PVM1	9	68,47	2,18	14,82	12,97	219	58	7	44
PVM1	10	68,22	2,34	14,33	13,91	271	72	9	59
PVM1	11	68,04	2,34	14,64	13,22	234	64	8	48
PVM1	12	70,05	2,17	12,77	13,46	251	57	7	50

Apêndice 10. Composição de carcaça e taxa (aos 2 e 19 dias de idade) de deposição de nutrientes de leitões dos 2 aos 19 dias de idade. (Experimento 1). Continuação ..

Trat	rep	Água %	Cinzas %	Gordura %	Prot %	H2O g/dia	Gordura g/dia	cinzas g/dia	Prot g/dia
PIS	1	68,99	2,10	13,89	13,33	272	67	8	56
PIS	2	72,31	2,17	9,99	12,95	240	40	7	45
PIS	3	70,71	2,12	12,37	13,99	218	49	6	47
PIS	4	68,54	2,14	14,68	13,99	260	70	7	57
PIS	5	71,42	2,11	10,74	14,42	271	50	8	58
PIS	6	69,57	2,18	12,93	13,95	243	56	7	51
PIS	7	72,29	2,15	10,28	13,89	282	49	8	57
PIS	8	73,17	1,98	10,07	13,82	227	37	6	44
PIS	9	70,25	2,04	12,64	14,14	256	55	7	55
PIS	10	68,34	2,08	15,15	14,05	305	80	9	66
PIS	11	71,63	2,10	11,55	13,39	221	45	6	44
PIS	12	70,83	2,11	12,28	13,68	216	48	6	44
Caseína	7	69,98	2,37	12,84	13,82	281	65	9	59
Caseína	8	69,36	2,36	13,64	13,80	252	61	8	53
Caseína	9	70,64	2,28	12,21	13,86	134	37	4	31
Caseína	10	69,16	2,35	13,89	13,45	194	51	6	40
Caseína	11	68,18	2,25	15,20	13,57	259	70	8	54
Caseína	12	74,56	2,46	8,46	13,21	108	18	3	20
Inicial	1	79,00	3,22	3,61	11,97				
Inicial	2	79,58	2,61	3,91	12,08				
Inicial	3	81,31	2,65	2,58	11,76				
Inicial	4	78,00	3,48	4,71	12,68				
Inicial	5	79,23	2,56	2,94	12,79				
Inicial	6	78,20	2,92	2,86	13,71				
Inicial	7	78,02	2,64	4,12	12,73				
Inicial	8	76,84	2,80	5,12	13,44				
Inicial	9	77,49	2,82	4,41	13,43				
Inicial	10	78,41	2,68	4,47	12,48				
Inicial	11	77,87	2,70	3,90	13,08				
Inicial	12	78,18	2,82	4,71	12,19				

Apêndice 11. Análise da variância da composição de carcaça e da taxa (aos 2 e 19 dias de idade) de deposição de nutrientes de leitões dos 2 aos 19 dias de idade. (Experimento 1).

Variável Dependente: H2O %					CV = 3,02 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	40,1660603	8,0332121	1,8	0,1376
dieta	3	32,14164042	10,71388014	2,4	0,0838
Bloco (tempo)	1	5,50531427	5,50531427	1,23	0,2741
Peso inicial	1	4,55424275	4,55424275	1,02	0,3191
Erro	36	160,6595897	4,4627664		
Total corrigido	41	200,82565			

Variável Dependente: Proteína %					CV % = 5,03
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	6,56199728	1,31239946	2,85	0,0288
dieta	3	5,35113721	1,7837124	3,87	0,0169
Bloco (tempo)	1	0,78645943	0,78645943	1,71	0,1997
Peso inicial	1	0,13643112	0,13643112	0,3	0,5897
Erro	36	16,58963129	0,46082309		
Total corrigido	41	23,15162857			

Variável Dependente: Gordura %					CV % = 15,07
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	67,9922507	13,5984501	3,38	0,0132
dieta	3	52,73562337	17,57854112	4,37	0,0101
Bloco (tempo)	1	11,40154389	11,40154389	2,84	0,1009
Peso inicial	1	6,17192182	6,17192182	1,53	0,2234
Erro	36	144,7662827	4,0212856		
Total corrigido	41	212,7585333			

Variável Dependente: Cinzas %					CV = 4,60
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	0,36903239	0,07380648	7,28	<,0001
dieta	3	0,33823113	0,11274371	11,13	<,0001
Bloco (tempo)	1	0,01226503	0,01226503	1,21	0,2786
Peso inicial	1	0,02026533	0,02026533	2	0,1659
Erro	36	0,36481523	0,01013376		
Total corrigido	41	0,73384762			

Variável Dependente: H2O g/dia					CV = 10,75
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	41350,10709	8270,02142	12,18	<,0001
dieta	3	39194,71979	13064,9066	19,23	<,0001
Bloco (tempo)	1	637,85236	637,85236	0,94	0,339
Peso inicial	1	2653,7298	2653,7298	3,91	0,0558
Erro	36	24452,46434	679,23512		
Total corrigido	41	65802,57143			

Variável Dependente: Proteína g/dia CV = 13,21 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	1981,036775	396,207355	9,24	<,0001
dieta	3	1926,338214	642,112738	14,98	<,0001
Bloco (tempo)	1	2,775812	2,775812	0,06	0,8006
Peso inicial	1	103,263354	103,263354	2,41	0,1294
Erro	36	1543,367987	42,871333		
Total corrigido	41	3524,404762			

Variável Dependente: Gordura, g/dia CV = 21, 27 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	403,718666	80,743733	0,53	0,7503
dieta	3	24,0830667	8,0276889	0,05	0,9837
Bloco (tempo)	1	283,3632123	283,3632123	1,87	0,1802
Peso inicial	1	15,0974189	15,0974189	0,1	0,7542
Erro	36	5460,686096	151,685725		
Total corrigido	41	5864,404762			

Variável Dependente: Cinzas g/dia CV = 14,31 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	5	15,52811624	3,10562325	2,97	0,024
dieta	3	13,06076598	4,35358866	4,17	0,0124
Bloco (tempo)	1	1,39557599	1,39557599	1,34	0,2554
Peso inicial	1	1,24606828	1,24606828	1,19	0,2821
Erro	36	37,6147409	1,04485391		
Total corrigido	41	53,14285714			

Apêndice 12. pH do conteúdo gástrico, nitrogênio da uréia no plasma (NUP), retenção de nitrogênio e atividade da enzima Leucina aminopeptidase (LAP) em leitões alimentados com diferentes fontes de proteínas na dieta (Experimento 1).

Trat	Rep	Lap U/g protein			pH	NUP (mg/dl)	CRN %
		25 %	50%	75%			
Soro	1	210,4	175,8	82,7		3,61	.
Soro	2	143,1	154,2	420,3		3,23	44,76
Soro	4	105,6	118,9	428,6		5,05	66,45
Soro	5	82,0	143,7	385,5		3,70	74,95
Soro	6	141,7	154,5	478,2		3,46	68,79
Soro	7	54,3	118,1	159,4	4.46	4,73	51,13
Soro	8	168,0	205,2	181,8	4.89	17,53	41,84
Soro	9	123,1	127,9	334,9	4.59	4,38	.
Soro	10	130,5	161,6	159,7	4.64	3,41	58,03
Soro	11	139,6	124,3	259,8	4.3	4,57	59,10
Soro	12	122,3	106,6	173,5	4.48	4,18	56,80
PVM2	1	109,1	164,4	325,0		7,33	63,64
PVM2	2	91,8	.	281,1		6,62	60,85
PVM2	3	116,0	184,7	318,4		7,63	67,25
PVM2	4	104,3	229,7	276,7		8,88	66,38
PVM2	5	79,3	251,5	.		6,21	61,14
PVM2	6	107,1	185,5	422,7		7,56	64,34
PVM2	7	164,1	233,7	232,5	4.49	3,87	62,94
PVM2	8	151,0	144,5	186,5	4.27	10,61	.
PVM2	9	93,5	143,3	185,2	3.71	5,91	50,27
PVM2	10	206,4	147,9	286,9	4.73	5,71	46,28
PVM2	11	172,1	124,3	138,1	4.3	5,92	59,90
PVM2	12	119,0	167,1	244,0	.	6,43	52,77
PVM1	1	81,0	164,7	437,8		5,89	68,18
PVM1	2	247,2	94,3	303,4		5,81	57,34
PVM1	3	101,3	85,2	460,4		4,62	57,42
PVM1	4	82,1	162,3	379,0		5,36	68,60
PVM1	5	92,2	189,6	403,7		4,93	65,53
PVM1	6	89,8	354,0	410,4		5,62	64,81

Apêndice 12 – pH do conteúdo gástrico, nitrogênio da uréia no plasma (NUP), retenção de nitrogênio e atividade da enzima Leucina aminopeptidase (LAP) em leitões alimentados com diferentes fontes de proteínas na dieta (Experimento 1).
Continuação...

Trat	Rep	Lap U/g protein			pH	NUP (mg/dl)	CRN %
		25 %	50%	75%			
PVM1	7	106,6	147,9	313,8	4.26	5,84	58,59
PVM1	8	112,9	195,6	585,8	4.49	4,97	52,03
PVM1	9	84,9	148,2	328,2	4.85	5,50	67,02
PVM1	10	93,8	51,3	228,7	4.7	5,55	58,63
PVM1	11	143,2	131,9	123,2	4.19	5,27	63,79
PVM1	12	49,5	104,2	185,5	3.37	4,55	52,04
PIS	1	91,8	114,6	125,9	.	7,14	.
PIS	2	99,9	104,5	469,0	.	4,19	47,52
PIS	3	112,3	179,2	154,6	.	5,96	60,54
PIS	4	114,7	138,8	147,2	.	8,23	65,13
PIS	5	99,2	233,3	189,9	.	3,68	61,57
PIS	6	152,9	166,8	266,1	.	5,12	61,71
PIS	7	133,9	174,1	315,8	4.39	4,27	50,49
PIS	8	112,6	145,6	282,5	4.15	3,74	40,65
PIS	9	129,3	156,4	146,9	4.51	7,07	65,84
PIS	10	90,0	56,3	182,4	4.26	8,00	57,69
PIS	11	106,0	151,4	74,8	3.59	5,82	62,82
PIS	12	133,1	217,2	280,1	4.44	6,03	40,87
Caseína	7	123,7	141,4	262,6	4.12	3,59	74,24
Caseína	8	140,9	103,2	178,0	.	3,73	69,42
Caseína	9	145,9	189,8	288,1	4.43	3,90	46,56
Caseína	10	194,8	142,6	183,8	.	5,69	62,59
Caseína	11	149,9	140,5	236,9	3.99	5,50	64,47
Caseína	12	99,9	159,8	.	3.55	4,80	49,83

Apêndice 13. Análise de variância do pH do conteúdo gástrico, do nitrogênio da uréia no plasma (NUP), da retenção de nitrogênio e da atividade da enzima Leucina aminopeptidase (LAP) em leitões alimentados com diferentes fontes de proteínas na dieta (Experimento 1).

Variável Dependente: LAP 25%					
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	12593,15846	1799,02264	1,27	0,2913
dieta	3	3818,671837	1272,890612	0,9	0,4514
Bloco (tempo)	1	447,25113	447,25113	0,32	0,5777
dieta*Bloco (tempo)	3	8387,811682	2795,937227	1,97	0,1343
Erro	39	55340,96367	1418,99907		
Total corrigido	46	67934,12213			

Variável Dependente: LAP 50%					CV = 33,45 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	19261,1799	2751,5971	0,99	0,4503
dieta	3	8587,18969	2862,396563	1,03	0,3884
Bloco (tempo)	1	7582,272071	7582,272071	2,74	0,1061
dieta*Bloco (tempo)	3	3894,550909	1298,183636	0,47	0,7056
Erro	38	105176,5983	2767,8052		
Total corrigido	45	124437,7783			

Variável Dependente: LAP 75 %					CV = 28,24
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	227199,5794	32457,0828	2,89	0,0161
dieta	3	98847,107	32949,0357	2,93	0,0458
Bloco (tempo)	1	101380,734	101380,734	9,01	0,0047
dieta*Bloco (tempo)	3	29411,0935	9803,6978	0,87	0,4642
Erro	38	427343,1667	11245,8728		
Total corrigido	45	654542,7461			

Variável Dependente: LAP média					CV = 22,57
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	31257,0419	4465,2917	2,58	0,0285
dieta	3	10230,38833	3410,12944	1,97	0,1353
Bloco (tempo)	1	16337,45805	16337,45805	9,44	0,004
dieta*Bloco (tempo)	3	5356,76241	1785,58747	1,03	0,3898
Erro	37	64036,83207	1730,72519		
Total corrigido	44	95293,87398			

Variável Dependente: PUN					CV = 19,69 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	43,13523818	6,16217688	5,29	0,0003
dieta	3	31,02613627	10,34204542	8,88	0,0002
Bloco (tempo)	1	1,28603687	1,28603687	1,1	0,3004
dieta*Bloco (tempo)	3	7,86556551	2,62185517	2,25	0,0991
Erro	36	41,940805	1,16502236		
Total corrigido	43	85,07604318			

Variável Dependente: CRN % CV = 12,97 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	837,738753	119,676965	2,06	0,0747
dieta	3	144,2139679	48,0713226	0,83	0,4877
Bloco (tempo)	1	635,9244976	635,9244976	10,95	0,0022
dieta*Bloco (tempo)	3	52,6919045	17,5639682	0,3	0,8235
Erro	35	2033,405075	58,097288		
Total corrigido	42	2871,143828			

Apêndice 14. Altura de vilosidades (mm), profundidade de cripta (mm), área de vilosidades (mm²) e relação entre altura de vilos e profundidade de cripta medidos em 3 segmentos do intestino. (Experimento 1).

Trat	Rep	Altura de vilos			Prof. de cripta			Área de vilos			Relação vilos/cripta		
		25	50	75	25	50	75	25	50	75	25	50	75
Soro	1	0,513	.	1,161	0,107	.	0,154	0,294	.	0,823	4,780	.	7,528
Soro	2	0,874	0,549	1,320	0,134	0,162	0,135	0,765	0,406	1,208	6,543	3,400	9,750
Soro	4	0,808	0,844	1,513	0,173	0,183	0,141	0,567	0,737	1,128	4,676	4,620	10,742
Soro	5	1,000	0,991	1,289	0,169	0,142	0,238	0,745	0,784	0,967	5,935	6,988	5,424
Soro	6	0,841	1,603	0,849	0,140	0,118	0,162	0,562	1,265	0,620	6,021	13,601	5,231
Soro	7	0,753	1,105	0,638	0,214	0,187	0,162	0,481	0,810	0,403	3,520	5,896	3,930
Soro	8	1,047	0,937	.	0,214	0,183	.	0,652	0,736	.	4,888	5,136	.
Soro	10	1,201	0,896	0,520	0,291	0,162	0,165	1,161	0,653	0,364	4,128	5,549	3,158
Soro	11	0,786	0,729	0,671	0,182	0,143	0,131	0,486	0,585	0,449	4,328	5,106	5,120
Soro	12	.	1,012	0,455	.	0,151	0,137	.	0,685	0,366	.	6,719	3,318
PVM2	1	1,058	0,948	1,880	0,218	0,166	0,137	0,866	0,761	1,784	4,866	5,701	13,759
PVM2	2	0,785	0,684	1,254	0,179	0,163	0,119	0,691	0,535	0,954	4,396	4,203	10,534
PVM2	3	0,825	0,752	0,826	0,202	0,191	0,128	0,721	0,634	0,771	4,093	3,929	6,477
PVM2	4	0,990	0,883	1,135	0,164	0,185	0,169	0,710	0,642	0,893	6,041	4,783	6,735
PVM2	5	0,885	0,674	1,600	0,217	0,132	0,141	0,683	0,446	1,393	4,071	5,092	11,386
PVM2	6	1,137	0,601	1,208	0,181	0,174	0,110	0,762	0,434	0,890	6,271	3,455	10,946
PVM2	7	0,719	0,641	0,779	0,242	0,192	0,173	0,590	0,539	0,477	2,968	3,334	4,500
PVM2	8	0,853	0,782	0,604	0,180	0,181	0,222	0,661	0,532	0,439	4,749	4,320	2,726
PVM2	9	0,724	0,687	0,579	0,168	0,188	0,146	0,600	0,517	0,416	4,311	3,665	3,966
PVM2	10	0,886	0,665	0,755	0,168	0,122	0,160	0,668	0,615	0,550	5,279	5,452	4,709
PVM2	11	0,706	0,779	0,458	0,196	0,166	0,191	0,589	0,692	0,328	3,594	4,684	2,404
PVM2	12	0,645	0,682	0,722	0,140	0,139	0,107	0,430	0,485	0,527	4,617	4,894	6,748
PVM1	1	0,935	0,875	1,762	0,174	0,146	0,100	0,693	0,555	1,749	5,387	5,978	17,618
PVM1	2	0,902	0,768	0,952	0,142	0,155	0,138	0,891	0,531	0,862	6,376	4,957	6,912
PVM1	3	0,838	0,696	1,997	0,219	0,151	0,099	0,631	0,483	2,131	3,834	4,604	20,236
PVM1	4	0,744	0,853	1,320	0,209	0,230	0,152	0,684	0,712	1,035	3,566	3,711	8,694
PVM1	5	1,049	0,765	1,124	0,148	0,183	0,134	0,656	0,502	0,777	7,081	4,182	8,378
PVM1	6	0,254	0,849	1,537	0,146	0,134	0,126	0,185	0,620	1,637	1,742	6,361	12,232
PVM1	7	1,013	0,666	0,887	0,192	0,172	0,125	0,823	0,677	0,648	5,279	3,867	7,083
PVM1	8	0,938	1,027	1,950	0,194	0,172	0,137	0,794	0,848	2,206	4,847	5,960	14,287
PVM1	9	0,818	0,839	1,354	0,168	0,156	0,114	0,666	0,606	1,244	4,881	5,389	11,879
PVM1	10	0,868	0,721	1,289	0,206	0,155	0,121	0,689	0,620	1,031	4,225	4,669	10,696
PVM1	11	0,948	.	0,471	0,163	.	0,142	0,579	.	0,300	5,817	.	3,306
PVM1	12	0,722	0,757	.	0,122	0,147	.	0,522	0,551	.	5,923	5,149	.

Apêndice 14. Altura de vilosidades (mm), profundidade de cripta (mm), área de vilosidades (mm²) e relação entre altura de vilos e profundidade de cripta medidos em 3 segmentos do intestino. (Experimento 1). Continuação...

Trat	Rep	Altura de vilos			Prof. de cripta			Área de vilos			Relação vilos/cripta		
		25	50	75	25	50	75	25	50	75	25	50	75
PIS	1	0,866	0,626	0,464	0,155	0,147	0,138	0,495	0,483	0,288	5,592	4,267	3,359
PIS	2	1,253	0,729	0,652	0,156	0,189	0,133	1,006	0,577	0,395	8,029	3,858	4,915
PIS	3	0,768	0,695	0,586	0,197	0,192	0,227	0,529	0,501	0,458	3,910	3,625	2,586
PIS	4	0,546	0,731	0,795	0,111	0,145	0,133	0,450	0,502	0,459	4,916	5,038	6,000
PIS	5	0,706	0,960	0,842	0,171	0,158	0,143	0,506	0,609	0,648	4,140	6,087	5,881
PIS	6	0,809	0,761	0,737	0,189	0,164	0,147	0,583	0,416	0,568	4,274	4,628	5,025
PIS	7	0,775	0,779	1,249	0,177	0,172	0,138	0,613	0,589	0,958	4,376	4,537	9,059
PIS	8	0,850	0,861	1,343	0,148	0,175	0,127	0,634	0,732	1,012	5,727	4,932	10,557
PIS	9	0,878	0,922	0,819	0,214	0,166	0,182	0,742	0,962	0,768	4,095	5,551	4,496
PIS	10	0,685	.	0,538	0,153	.	0,139	0,499	.	0,380	4,483	.	3,879
PIS	11	0,872	0,793	0,435	0,158	0,161	0,192	0,626	0,458	0,422	5,508	4,920	2,272
PIS	12	0,790	0,757	0,922	0,143	0,120	0,138	0,488	0,596	0,732	5,543	6,320	6,667
Caseína	7	0,659	0,819	0,603	0,183	0,159	0,149	0,509	0,599	0,490	3,592	5,160	4,049
Caseína	8	0,798	0,826	0,953	0,164	0,169	0,137	0,676	0,692	0,625	4,875	4,880	6,961
Caseína	9	0,693	0,931	0,497	0,193	0,125	0,155	0,460	0,612	0,342	3,582	7,474	3,204
Caseína	10	0,753	1,025	0,845	0,143	0,178	0,127	0,515	0,756	0,529	5,272	5,751	6,668
Caseína	11	0,798	0,839	0,592	0,151	0,256	0,134	0,685	0,618	0,482	5,284	3,274	4,407
Caseína	12	0,659	0,617	0,391	0,156	0,143	0,097	0,466	0,489	0,263	4,228	4,317	4,043
Grupo inicial	1	.	.	0,727	.	.	0,242	.	.	0,369	.	.	3,008
Grupo inicial	2	0,933	1,058	0,903	0,098	0,112	0,094	0,524	0,570	0,467	9,506	9,484	9,623
Grupo inicial	3	0,815	1,200	0,859	0,103	0,140	0,095	0,425	0,531	0,336	7,887	8,582	9,028
Grupo inicial	4	0,906	.	1,169	0,132	.	0,092	0,560	.	0,697	6,845	.	12,733
Grupo inicial	5	0,735	1,106	0,949	0,109	0,130	0,121	0,354	0,569	0,530	6,724	8,532	7,846
Grupo inicial	6	0,708	1,060	.	0,104	0,113	.	0,363	0,596	.	6,803	9,397	.
Grupo inicial	7	1,000	0,865	1,004	0,103	0,084	0,099	0,601	0,412	1,319	9,720	10,359	10,193
Grupo inicial	8	1,161	0,828	.	0,110	0,085	.	0,675	0,377	.	10,520	9,703	.
Grupo inicial	9	0,901	1,141	1,006	0,106	0,081	0,068	0,408	0,615	0,484	8,522	14,053	14,835
Grupo inicial	10	1,009	0,978	0,950	0,082	0,091	0,076	0,590	0,570	0,454	12,355	10,745	12,525
Grupo inicial	11	0,977	0,867	0,853	0,088	0,106	0,075	0,566	0,391	0,426	11,055	8,220	11,373
Grupo inicial	12	1,119	0,914	0,943	0,069	0,121	0,070	0,587	0,498	0,464	16,220	7,534	13,536

Apêndice 15. Análise da variância da altura de vilosidades (mm), profundidade de cripta (mm), área de vilosidades (mm²) e relação entre altura de vilo e profundidade de cripta medidos em 3 segmentos do intestino. (Experimento 1).

Variável Dependente: Altura de vilosidades 25 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,01595033	0,00398758	0,12	0,975
dieta	3	0,01584873	0,00528291	0,16	0,9243
Bloco (tempo)	1	0,00003525	0,00003525	0	0,9743
Erro	40	1,34285247	0,03357131		
Total corrigido	44	1,3588028			

Variável Dependente: profundidade de cripta 25 %

CV = 18,86 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,00575566	0,00143891	1,17	0,337
dieta	3	0,00364227	0,00121409	0,99	0,4072
Bloco (tempo)	1	0,00217474	0,00217474	1,77	0,1905
Erro	40	0,04904599	0,00122615		
Total corrigido	44	0,05480164			

Variável Dependente: Area de vilosidades 25 %

CV = 27, 34 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,03002884	0,00750721	0,25	0,9096
dieta	3	0,02998395	0,00999465	0,33	0,8041
Bloco (tempo)	1	0,00004968	0,00004968	0	0,9679
Erro	40	1,21383396	0,03034585		
Total corrigido	44	1,2438628			

Variável Dependente: alt. vilosidade/prof. cripta 25 %

CV = 23,60 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,95685102	0,73921275	0,56	0,6951
dieta	3	1,32263136	0,44087712	0,33	0,8021
Bloco (tempo)	1	1,59974018	1,59974018	1,21	0,2788
Erro	40	53,08677796	1,32716945		
Total corrigido	44	56,04362898			

Variável Dependente: altura de vilosidades, 50%

CV = 19,91 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,29379021	0,07344755	2,82	0,0386
dieta	3	0,29378738	0,09792913	3,75	0,0187
Bloco (tempo)	1	0,00074476	0,00074476	0,03	0,8667
Erro	38	0,99136477	0,02608855		
Total corrigido	42	1,28515498			

Variável Dependente: Profundidade de cripta 50 % CV = 14,54 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,00032748	0,00008187	0,15	0,9641
dieta	3	0,00029607	0,00009869	0,17	0,9127
Bloco (tempo)	1	0,00002494	0,00002494	0,04	0,8346
Erro	38	0,0214407	0,00056423		
Total corrigido	42	0,02176819			

Variável Dependente: area de vilosidades 50 % CV = 24,43 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,19123124	0,04780781	2,09	0,1013
dieta	3	0,16924132	0,05641377	2,47	0,077
Bloco (tempo)	1	0,01523127	0,01523127	0,67	0,4196
Erro	38	0,86946592	0,02288068		
Total corrigido	42	1,06069716			

Variável Dependente: alt. vilosidades/prof. criptas 50 % CV = 30,18 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	19,5794433	4,8948608	2,07	0,1041
dieta	3	19,49337548	6,49779183	2,75	0,0562
Bloco (tempo)	1	0,28392465	0,28392465	0,12	0,7309
Erro	38	89,9121949	2,3661104		
Total corrigido	42	109,4916382			

Variável Dependente: altura de vilosidades 75 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	2,9681113	0,74202782	5,51	0,0013
dieta	3	1,73643049	0,57881016	4,3	0,0103
Bloco (tempo)	1	1,15054718	1,15054718	8,54	0,0058
Erro	39	5,25390968	0,13471563		
Total corrigido	43	8,22202098			

Variável Dependente: profundidade de cripta 75 % CV = 20,21 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,00687207	0,00171802	1,96	0,1206
dieta	3	0,00643636	0,00214545	2,44	0,0787
Bloco (tempo)	1	0,00038299	0,00038299	0,44	0,513
Erro	39	0,03427181	0,00087876		
Total corrigido	43	0,04114389			

Variável Dependente: área de vilosidades 75 % CV = 49,18 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	3,64679679	0,9116992	5,49	0,0013
dieta	3	2,60581275	0,86860425	5,23	0,0039
Bloco (tempo)	1	0,95775501	0,95775501	5,77	0,0212
Erro	39	6,47844185	0,16611389		
Total corrigido	43	10,12523864			

Variável Dependente: alt. Vilosidades/prof. Cripta 75 % CV= 45, 90 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	289,8823246	72,4705811	6,3	0,0005
dieta	3	205,6651329	68,5550443	5,96	0,0019
Bloco (tempo)	1	78,23466	78,23466	6,8	0,0128
Erro	39	448,59189	11,5023562		
Total corrigido	43	738,4742145			

Variável Dependente: altura de vilosidades (média) CV = 16,91 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,36707688	0,09176922	3,98	0,0092
dieta	3	0,25926229	0,08642076	3,75	0,0196
Bloco (tempo)	1	0,08891674	0,08891674	3,85	0,0576
Erro	35	0,80759383	0,02307411		
Total corrigido	39	1,17467071			

Variável Dependente: profundidade de cripta (média) CV = 12,82 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,00146969	0,00036742	0,84	0,5103
dieta	3	0,00091032	0,00030344	0,69	0,563
Bloco (tempo)	1	0,00048335	0,00048335	1,1	0,3009
Erro	35	0,0153419	0,00043834		
Total corrigido	39	0,0168116			

Variável Dependente: área de vilosidades (média) CV = 23,22 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	0,45391375	0,11347844	4,16	0,0074
dieta	3	0,40048292	0,13349431	4,89	0,0061
Bloco (tempo)	1	0,03861141	0,03861141	1,41	0,2423
Erro	35	0,95531357	0,02729467		
Total corrigido	39	1,40922732			

Variável Dependente: alt vilosidades/profundidade de cripta (média) CV = 19,89 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	4	20,77945099	5,19486275	4,2	0,007
dieta	3	13,45449387	4,48483129	3,63	0,0222
Bloco (tempo)	1	6,05631266	6,05631266	4,9	0,0334
Erro	35	43,2494853	1,23569958		
Total corrigido	39	64,02893629			

Apêndice 16. Peso corporal dos leitões do experimento 2. Dados da análise de sistemas de alimentação

Tratamento	rep	porca	dia 2	dia 9	dia 16	dia21	Tratamento	rep	porca	dia 2	dia 9	dia 16	dia21
porca	11	1	1,67	2,51	4,20	5,35	1	1	1	1,36	2,90	5,26	7,92
porca	12	1	1,64	2,80	4,53	5,61	1	2	2	1,90	3,83	6,92	9,48
porca	13	1	1,75	3,46	5,35	6,67	1	3	3	1,76	3,56	6,68	9,40
porca	14	1	1,76	3,44	5,33	6,43	1	4	4	1,29	2,65	4,86	7,12
porca	15	1	1,13	.	.	.	1	5	5	1,69	4,11	6,52	9,50
porca	16	1	1,20	2,24	3,67	4,56	1	6	6	1,39	3,00	5,20	7,16
porca	21	2	1,91	3,60	5,69	7,26	2	1	1	1,28	2,45	4,42	5,52
porca	22	2	1,35	2,51	4,24	5,40	2	2	2	1,29	2,71	4,64	6,82
porca	23	2	1,79	3,46	4,13	4,94	2	3	3	2,06	4,40	7,42	9,36
porca	24	2	1,82	3,80	5,80	7,08	2	4	4	1,56	3,59	6,04	8,30
porca	25	2	2,04	3,33	5,35	6,91	2	5	5	1,92	3,73	6,30	9,08
porca	26	2	1,88	2,60	4,77	6,33	2	6	6	1,29	2,71	4,46	5,98
porca	31	3	2,09	4,02	5,77	6,82	3	1	1	1,30	2,92	5,58	8,18
porca	32	3	1,92	3,94	5,87	7,25	3	2	2	1,53	3,46	5,50	6,60
porca	33	3	1,68	3,54	5,60	6,71	3	3	3	1,70	3,35	6,36	8,84
porca	34	3	1,93	4,01	5,34	7,45	3	4	4	1,60	3,72	6,70	9,50
porca	35	3	1,29	2,90	4,52	5,75	3	5	5	1,66	4,20	6,92	9,64
porca	36	3	2,07	4,04	6,33	7,82	3	6	6	1,62	3,71	6,48	9,04
porca	41	4	1,40	2,91	4,74	5,85	4	1	1	1,18	2,70	4,76	7,02
porca	42	4	1,19	2,23	3,37	4,70	4	2	2	1,56	3,36	6,04	8,62
porca	43	4	1,39	2,14	3,54	4,56	4	3	3	1,62	4,01	5,76	9,48
porca	44	4	1,57	2,61	4,24	5,23	4	4	4	1,27	3,01	5,40	8,48
porca	45	4	1,45	2,67	4,45	5,42	4	5	5	2,15	4,72	7,40	10,44
porca	46	4	1,56	3,20	5,37	6,75	4	6	6	1,62	3,48	6,00	8,94
porca	51	5	2,26	4,31	6,39	7,88	5	1	1	1,42	3,45	6,24	9,12
porca	52	5	1,80	3,13	4,67	5,77	5	2	2	1,82	4,09	6,90	9,68
porca	53	5	2,13	3,98	6,20	7,69	5	3	3	1,73	3,41	6,20	8,82
porca	54	5	2,13	3,58	5,06	6,19	5	4	4	1,31	2,67	5,10	7,00
porca	55	5	2,07	3,98	5,91	7,21	5	5	5	1,41	3,45	6,34	9,10
porca	56	5	1,82	3,64	5,88	7,47	5	6	6	1,72	3,27	6,16	8,56
porca	61	6	1,44	2,89	4,48	5,62							
porca	62	6	1,25	2,91	4,11	5,12							
porca	63	6	1,28	3,18	4,88	6,55							
porca	64	6	1,73	3,57	5,99	7,21							
porca	65	6	1,37	2,73	4,53	5,74							

Apêndice 17. Análise da variância do peso corporal para efeito de sistema. Experimento 2

Variável Dependente: peso inicial (dia 2)					CV = 13,11 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	6	2,57307292	0,42884549	9,33	<,0001
Sistema	1	0,22313019	0,22313019	4,85	0,0316
Porca	5	2,31195292	0,46239058	10,06	<,0001
Erro	57	2,62032708	0,04597065		
Total corrigido	63	5,1934			

Variável Dependente: Peso dia 9					CV = 9,43 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	16,6058872	2,3722696	24,17	<,0001
Sistema	1	2,14816087	2,14816087	21,89	<,0001
Porca	5	0,97059497	0,19411899	1,98	0,0961
Peso inicial	1	5,76001339	5,76001339	58,68	<,0001
Erro	56	5,4965128	0,09815201		
Total corrigido	63	22,1024			

Variável Dependente: GDP dia 2 a 9					CV = 18,59 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	0,10884668	0,01554953	7,76	<,0001
Sistema	1	0,04384002	0,04384002	21,89	<,0001
Porca	5	0,01980806	0,00396161	1,98	0,0961
Peso inicial	1	0,01245648	0,01245648	6,22	0,0156
Erro	56	0,11217373	0,0020031		
Total corrigido	63	0,22102041			

Variável Dependente: Peso dia 16					CV = 8,98 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	44,00158025	6,28594004	26,18	<,0001
Sistema	1	22,57008973	22,57008973	94,01	<,0001
Porca	5	0,95993884	0,19198777	0,8	0,5546
Peso inicial	1	14,10769012	14,10769012	58,76	<,0001
Erro	56	13,4447635	0,24008506		
Total corrigido	63	57,44634375			

Variável Dependente: GDP dia 9 a 16					CV = 16,22 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	0,23442842	0,03348977	13,73	<,0001
Sistema	1	0,22024762	0,22024762	90,28	<,0001
Porca	5	0,00427595	0,00085519	0,35	0,8798
Peso inicial	1	0,03752621	0,03752621	15,38	0,0002
Erro	56	0,13661533	0,00243956		
Total corrigido	63	0,37104375			

Variável Dependente: Peso dia 21 CV = 10,40 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	117,5855315	16,7979331	29,24	<,0001
Sistema	1	90,99802564	90,99802564	158,4	<,0001
Porca	5	2,45036935	0,49007387	0,85	0,5183
Peso inicial	1	18,08045926	18,08045926	31,47	<,0001
Erro	56	32,1711685	0,5744852		
Total corrigido	63	149,7567			

Variável Dependente: GDP dia 16 a 21 CV = 23,05 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	0,99293461	0,1418478	19,92	<,0001
Sistema	1	0,91718534	0,91718534	128,83	<,0001
Porca	5	0,01915984	0,00383197	0,54	0,7464
Peso inicial	1	0,00984428	0,00984428	1,38	0,2446
Erro	56	0,39869714	0,00711959		
Total corrigido	63	1,39163175			

Variável Dependente: GDP dia 2 a 21 CV = 13,42 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	7	0,28516325	0,04073761	25,6	<,0001
Sistema	1	0,25207209	0,25207209	158,4	<,0001
Porca	5	0,00678773	0,00135755	0,85	0,5183
Peso inicial	1	0,01920952	0,01920952	12,07	0,001
Erro	56	0,08911681	0,00159137		
Total corrigido	63	0,37428006			

Apêndice 18. Peso corporal dos leitões para análise do efeito das dietas artificiais.

Experimento 2.

Trat	rep	Sexo	PC dia 3	PC dia 7	PC dia 14	PC dia 21
1	1	m	1,28	2,47	4,46	7,92
1	2	m	1,79	3,13	5,96	9,48
1	3	f	1,65	2,75	5,60	9,40
1	4	m	1,22	1,96	4,12	7,12
1	5	f	1,66	3,33	5,72	9,50
1	6	m	1,33	2,44	4,56	7,16
2	1	f	1,23	2,03	3,70	5,52
2	2	m	1,26	2,31	4,02	6,82
2	3	f	1,97	3,54	6,56	9,36
2	4	f	1,51	2,90	5,36	8,30
2	5	m	1,81	3,09	5,44	9,08
2	6	m	1,24	2,30	3,92	5,98
3	1	m	1,24	2,29	4,54	8,18
3	2	f	1,49	2,83	4,66	6,60
3	3	m	1,63	2,66	5,34	8,84
3	4	m	1,54	3,02	5,70	9,50
3	5	m	1,55	3,55	5,84	9,64
3	6	f	1,55	2,96	5,58	9,04
4	1	f	1,13	2,19	3,98	7,02
4	2	f	1,51	2,72	5,26	8,62
4	3	m	1,55	3,23	5,76	9,48
4	4	m	1,22	2,42	4,48	8,48
4	5	f	2,05	3,84	6,38	10,44
4	6	m	1,53	2,72	5,18	8,94
5	1	f	1,50	2,68	5,20	9,12
5	2	f	1,75	3,34	6,02	9,68
5	3	m	1,61	2,66	5,30	8,82
5	4	m	1,25	2,69	4,24	7,00
5	5	m	1,36	2,76	5,30	9,10
5	6	m	1,64	2,65	5,22	8,56

Apêndice 19. Consumo diário de matéria seca dos leitões do experimento 2.

trat	rep	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10	Dia 11	Dia 12
1	1	0,061	0,147	0,142	0,197	0,189	0,203	0,216	0,229	0,233
1	2	0,123	0,165	0,236	0,281	0,272	0,343	0,365	0,374	0,379
1	3	0,032	0,162	0,182	0,242	0,280	0,317	0,275	0,324	0,337
1	4	0,012	0,114	0,138	0,164	0,172	0,229	0,234	0,244	0,282
1	5	0,136	0,193	0,217	0,279	0,296	0,315	0,269	0,290	0,287
1	6	0,133	0,160	0,176	0,187	0,203	0,187	0,186	0,199	0,218
2	1	0,070	0,126	0,169	0,169	0,172	0,177	0,175	0,195	0,224
2	2	0,107	0,134	0,165	0,184	0,190	0,196	0,211	0,188	0,191
2	3	0,131	0,182	0,251	0,283	0,290	0,357	0,346	0,332	0,359
2	4	0,117	0,142	0,178	0,228	0,253	0,291	0,309	0,255	0,391
2	5	0,018	0,187	0,181	0,297	0,276	0,272	0,270	0,255	0,258
2	6	0,068	0,101	0,119	0,148	0,169	0,202	0,194	0,187	0,168
3	1	0,081	0,136	0,175	0,167	0,197	0,219	0,239	0,231	0,254
3	2	0,118	0,181	0,205	0,236	0,268	0,250	0,231	0,209	0,235
3	3	0,009	0,114	0,164	0,193	0,225	0,269	0,270	0,278	0,304
3	4	0,111	0,168	0,227	0,254	0,250	0,266	0,303	0,309	0,324
3	5	0,114	0,193	0,263	0,265	0,276	0,242	0,256	0,263	0,309
3	6	0,061	0,178	0,210	0,245	0,271	0,322	0,310	0,293	0,326
4	1	0,088	0,128	0,147	0,185	0,205	0,230	0,224	0,205	0,227
4	2	0,064	0,146	0,178	0,202	0,216	0,231	0,245	0,244	0,283
4	3	0,113	0,219	0,261	0,279	0,311	0,335	0,340	0,307	0,379
4	4	0,092	0,156	0,190	0,203	0,205	0,230	0,248	0,196	0,236
4	5	0,078	0,223	0,276	0,266	0,307	0,317	0,296	0,288	0,315
4	6	0,006	0,144	0,170	0,211	0,251	0,026	0,247	0,224	0,268
5	1	0,105	0,143	0,201	0,279	0,307	0,334	0,328	0,330	0,378
5	2	0,112	0,191	0,209	0,248	0,259	0,296	0,285	0,296	0,321
5	3	0,004	0,099	0,184	0,212	0,208	0,264	0,274	0,271	0,323
5	4	0,029	0,083	0,168	0,151	0,169	0,191	0,242	0,210	0,236
5	5	0,097	0,162	0,202	0,243	0,228	0,255	0,262	0,252	0,255
5	6	0,008	0,145	0,186	0,191	0,262	0,264	0,257	0,233	0,293

Apêndice 19. Consumo diário de matéria seca dos leitões do experimento 2. Continuação...

trat	rep	Dia 14	Dia 15	Dia 16	Dia 17	Dia 18	Dia 19	Dia 20	Dia 21
1	1	0,287	0,324	0,381	0,336	0,483	0,499	0,493	0,492
1	2	0,380	0,499	0,489	0,379	0,581	0,544	0,650	0,675
1	3	0,407	0,454	0,469	0,355	0,580	0,571	0,597	0,624
1	4	0,368	0,398	0,435	0,334	0,487	0,487	0,510	0,477
1	5	0,349	0,328	0,443	0,315	0,453	0,513	0,565	0,564
1	6	0,248	0,280	0,288	0,249	0,367	0,321	0,338	0,400
2	1	0,315	0,275	0,383	0,281	0,384	0,411	0,536	0,462
2	2	0,151	0,281	0,320	0,302	0,355	0,421	0,443	0,451
2	3	0,421	0,444	0,474	0,283	0,411	0,551	0,584	0,647
2	4	0,342	0,357	0,413	0,320	0,430	0,408	0,494	0,514
2	5	0,328	0,349	0,404	0,293	0,445	0,461	0,507	0,529
2	6	0,212	0,219	0,228	0,218	0,289	0,306	0,264	0,248
3	1	0,320	0,350	0,385	0,331	0,453	0,461	0,502	0,509
3	2	0,179	0,306	0,266	0,270	0,365	0,301	0,285	0,230
3	3	0,359	0,343	0,415	0,349	0,504	0,490	0,543	0,558
3	4	0,394	0,430	0,434	0,371	0,444	0,534	0,581	0,593
3	5	0,328	0,361	0,401	0,292	0,460	0,477	0,596	0,611
3	6	0,416	0,489	0,337	0,373	0,572	0,585	0,642	0,670
4	1	0,250	0,317	0,349	0,292	0,406	0,370	0,438	0,371
4	2	0,350	0,354	0,389	0,335	0,505	0,478	0,053	0,537
4	3	0,448	0,489	0,490	0,370	0,552	0,550	0,661	0,630
4	4	0,302	0,286	0,344	0,316	0,444	0,493	0,562	0,596
4	5	0,324	0,351	0,445	0,312	0,473	0,745	0,703	0,630
4	6	0,340	0,384	0,379	0,362	0,511	0,479	0,571	0,544
5	1	0,436	0,466	0,486	0,400	0,550	0,544	0,628	0,671
5	2	0,383	0,421	0,428	0,363	0,557	0,552	0,632	0,625
5	3	0,362	0,399	0,450	0,349	0,542	0,541	0,602	0,571
5	4	0,280	0,300	0,339	0,306	0,379	0,375	0,420	0,354
5	5	0,321	0,349	0,407	0,322	0,494	0,470	0,526	0,553
5	6	0,340	0,313	0,395	0,335	0,473	0,461	0,508	0,480

Apêndice 20 – Análise de variância do peso corporal e ganho de peso dos leitões (efeito das dietas artificiais. Experimento 2.

Variável Dependente: Peso inicial (dia 3)					CV = 13,78 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	0,73457	0,08161889	1,9	0,1105
Dieta	4	0,00283333	0,00070833	0,02	0,9994
Porca	5	0,73173667	0,14634733	3,41	0,0216
Erro	20	0,85724667	0,04286233		
Total corrigido	29	1,59181667			

Variável Dependente: PC dia 7					CV = 6,76 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	4,63602353	0,46360235	12,95	<,0001
Dieta	4	0,11934265	0,02983566	0,83	0,5225
Porca	5	0,68622283	0,13724457	3,83	0,0165
Peso inicial	1	1,86575435	1,86575435	52,11	<,0001
Erro	17	0,6086729	0,03580429		
Total corrigido	27	5,24469643			

Variável Dependente: GDP, dia 3 a 7					CV = 14,72 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,08360147	0,00836015	3,74	0,0083
Dieta	4	0,00745892	0,00186473	0,83	0,5225
Porca	5	0,04288893	0,00857779	3,83	0,0165
Peso inicial	1	0,01341337	0,01341337	5,99	0,0255
Erro	17	0,03804206	0,00223777		
Total corrigido	27	0,12164353			

Variável Dependente: CDMS, dia 3 a 7					CV = 14,25 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	18099,8602	1809,98602	3,42	0,0125
Dieta	4	1920,777875	480,194469	0,91	0,4815
Porca	5	6390,314904	1278,062981	2,42	0,079
Peso inicial	1	6659,441275	6659,441275	12,59	0,0025
Erro	17	8991,45007	528,90883		
Total corrigido	27	27091,31027			

Variável Dependente: EA, dia 3 a 7					CV = 17,35 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	1,04433876	0,10443388	0,86	0,5869
Dieta	4	0,26050332	0,06512583	0,53	0,7127
Porca	5	0,68416445	0,13683289	1,12	0,3861
Peso inicial	1	0,11834878	0,11834878	0,97	0,3385
Erro	17	2,0739268	0,12199569		
Total corrigido	27	3,11826555			

hVariável Dependente: Peso, dia 14 CV = 5,94 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	13,70516605	1,3705166	15,07	<,0001
Dieta	4	0,88231641	0,2205791	2,43	0,0857
Porca	5	0,38593138	0,07718628	0,85	0,5333
Peso inicial	1	6,85567216	6,85567216	75,39	<,0001
Erro	18	1,6369305	0,09094058		
Total corrigido	28	15,34209655			

Variável Dependente: GDP, dia 7 a 14 CV = 10,28 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,07179904	0,0071799	6,16	0,0004
Dieta	4	0,00735449	0,00183862	1,58	0,2233
Porca	5	0,00420997	0,00084199	0,72	0,6154
Peso inicial	1	0,03664637	0,03664637	31,43	<,0001
Erro	18	0,02098675	0,00116593		
Total corrigido	28	0,09278578			

Variável Dependente: CDMS, dia 7 a 14 CV = 11,12 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	57171,104	5717,1104	5,93	0,0006
Dieta	4	5756,83183	1439,20796	1,49	0,2463
Porca	5	8328,77659	1665,75532	1,73	0,1795
Peso inicial	1	35413,03311	35413,03311	36,71	<,0001
Erro	18	17364,81859	964,71214		
Total corrigido	28	74535,92259			

Variável Dependente: EA, dia 7 a 14 CV = 10,66 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,07159978	0,00715998	0,44	0,9066
Dieta	4	0,00475771	0,00118943	0,07	0,9894
Porca	5	0,06749224	0,01349845	0,83	0,5446
Peso inicial	1	0,01301707	0,01301707	0,8	0,3826
Erro	18	0,29252187	0,01625121		
Total corrigido	28	0,36412165			

Variável Dependente: Peso, dia 21 CV = 5,88 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	32,26672008	3,22667201	13,14	<,0001
Dieta	4	9,08271573	2,27067893	9,25	0,0004
Porca	5	2,26094178	0,45218836	1,84	0,1583
Peso inicial	1	12,29064227	12,29064227	50,05	<,0001
Erro	17	4,17492278	0,24558369		
Total corrigido	27	36,44164286			

Variável Dependente: GDP, dia 14 a 21

CV = 10,87 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,12416311	0,01241631	4,64	0,0028
Dieta	4	0,08315132	0,02078783	7,76	0,0009
Porca	5	0,02191708	0,00438342	1,64	0,2039
Peso inicial	1	0,01964098	0,01964098	7,33	0,0149
Erro	17	0,04552406	0,00267789		
Total corrigido	27	0,16968717			

Variável Dependente: CDMS, dia 14 a 21

CV = 10,10 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	93021,8019	9302,1802	4,63	0,0028
Dieta	4	26317,01496	6579,25374	3,28	0,0365
Porca	5	16594,14413	3318,82883	1,65	0,1997
Peso inicial	1	37708,57097	37708,57097	18,79	0,0005
Erro	17	34121,2068	2007,1298		
Total corrigido	27	127143,0087			

Variável Dependente: EA, dia 14 a 21

CV = 11,51 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,23457152	0,02345715	1,52	0,2159
Dieta	4	0,07666586	0,01916647	1,24	0,3313
Porca	5	0,13723819	0,02744764	1,78	0,1716
Peso inicial	1	0,02295429	0,02295429	1,49	0,2396
Erro	17	0,26272592	0,01545447		
Total corrigido	27	0,49729744			

Variável Dependente: GDP, dia 3 a 21

CV = 7,14 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,07130292	0,00713029	9,41	<,0001
Dieta	4	0,02803307	0,00700827	9,25	0,0004
Porca	5	0,00697822	0,00139564	1,84	0,1583
Peso inicial	1	0,02255988	0,02255988	29,76	<,0001
Erro	17	0,01288556	0,00075797		
Total corrigido	27	0,08418848			

Variável Dependente: CDMS, dia 3 a 21

CV = 9,79

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	52430,73174	5243,07317	5,44	0,0012
Dieta	4	9466,75925	2366,68981	2,45	0,0853
Porca	5	6824,90049	1364,9801	1,42	0,2684
Peso inicial	1	27234,28634	27234,28634	28,25	<,0001
Erro	17	16389,66718	964,09807		
Total corrigido	27	68820,39892			

Variável Dependente: EA, dia 3 a 21 CV = 8,44 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	10	0,14555712	0,01455571	1,37	0,2751
Dieta	4	0,03019204	0,00754801	0,71	0,5975
Porca	5	0,106626	0,0213252	2	0,1303
Peso inicial	1	0,02399027	0,02399027	2,25	0,152
Erro	17	0,18125371	0,01066198		
Total corrigido	27	0,32681083			

Apêndice 21. Digestibilidade da MS, PB, GB, EB e retenção de nitrogênio, calculado pelo método de coleta total de fezes. Experimento 2.

trat	rep	Dig MS %	Dig PB %	Dig GE %	Dig EB %	CMEB %	Retenção de N %	N g/dia
1	1	95,94	95,58	93,70	96,11	94,35	74,95	6,2
1	2	96,77	95,57	96,49	97,18	95,17	71,92	7,9
1	3	96,73	96,40	96,19	97,30	94,80	66,96	7,0
1	4	95,86	95,81	92,44	95,75	94,07	76,12	7,0
1	5	96,64	96,55	94,58	96,87	93,49	56,91	5,1
1	6	95,58	95,05	93,97	95,77	93,75	71,26	4,6
2	1	97,46	97,36	96,36	97,30	96,03	82,19	5,9
2	2	95,97	95,02	93,45	95,90	94,21	74,89	4,8
2	3	97,66	97,06	96,84	97,85	95,52	69,26	6,8
2	4	96,36	96,15	93,45	96,39	93,96	67,12	5,8
2	5	97,36	96,82	95,63	97,35	95,78	78,17	6,4
2	6	96,79	96,57	94,73	96,78	94,85	73,56	3,9
3	1	97,83	97,48	97,51	98,02	96,10	74,86	6,2
3	2	98,33	98,27	97,83	98,52	96,34	72,52	4,7
3	3	98,94	98,66	99,06	99,14	96,20	63,98	5,8
3	4	98,06	98,16	97,42	98,24	94,79	57,49	5,4
3	5	98,79	98,90	98,39	98,97	96,57	70,61	6,2
3	6	98,68	98,57	98,53	98,96	96,17	65,74	6,7
4	1	98,56	98,66	98,22	98,71	96,96	78,54	5,9
4	2	98,33	98,24	97,67	98,51	95,88	67,99	6,2
4	3	98,68	98,43	98,71	98,94	95,18	55,24	6,2
4	4	97,97	97,52	97,63	98,17	96,15	74,22	5,9
4	5	99,01	98,95	98,86	99,22	96,07	62,83	6,3
4	6	98,57	98,33	98,11	98,62	96,12	69,58	6,3
5	1	98,12	98,37	97,78	98,30	96,13	73,99	8,5
5	2	97,93	97,45	97,29	98,20	95,95	70,53	7,1
5	3	98,12	97,73	97,51	98,45	94,91	55,39	5,4
5	4	98,66	98,66	97,91	98,67	96,57	73,49	5,3
5	5	97,23	97,17	95,45	97,29	94,82	67,69	5,7
5	6	98,37	97,84	98,23	98,59	95,50	60,99	5,2

Apêndice 22. Análise da variância da digestibilidade da MS, PB, GB, EB e retenção de nitrogênio, calculado pelo método de coleta total. Experimento 2.

Variável Dependente: Digestibilidade da MS					CV = 0,34 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	24,54727142	2,7274746	24,7	<,0001
Dieta	4	21,94806345	5,48701586	49,69	<,0001
Porca	5	2,28854512	0,45770902	4,14	0,0121
Erro	17	1,87729155	0,11042891		
Total corrigido	26	26,42456296			

Variável Dependente: Digestibilidade da PB					CV = 0,34 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	31,73155354	3,52572817	31,05	<,0001
Dieta	4	29,6838497	7,42096242	65,35	<,0001
Porca	5	2,58891803	0,51778361	4,56	0,0089
Erro	16	1,8168003	0,11355002		
Total corrigido	25	33,54835385			

Variável Dependente: Digestibilidade da EB					CV = 0,35 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	26,32090862	2,9245454	24,34	<,0001
Dieta	4	23,04594954	5,76148739	47,95	0,0001
Porca	5	2,97366787	0,59473357	4,95	0,0056
Erro	17	2,04256546	0,12015091		
Total corrigido	26	28,36347407			

Variável Dependente: Digestibilidade da GB					CV = 0,76 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	90,9147848	10,1016428	18,68	<,0001
Dieta	4	81,77951905	20,44487976	37,81	<,0001
Porca	5	12,15140571	2,43028114	4,49	0,0078
Erro	18	9,732101	0,5406723		
Total corrigido	27	100,6468857			

Variável Dependente: CRN					CV = 5,88 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	806,987622	89,665291	5,26	0,0014
Dieta	4	204,2600889	51,0650222	3	0,0466
Porca	5	599,8546639	119,9709328	7,04	0,0008
Erro	18	306,807646	17,044869		
Total corrigido	27	1113,795268			

Variável Dependente: Metabolizabilidade da EB CV = 0,65 %

Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	16,48219152	1,83135461	4,63	0,0024
Dieta	4	13,27304583	3,31826146	8,39	0,0004
Porca	5	3,16230083	0,63246017	1,6	0,2081
Erro	19	7,51122917	0,39532785		
Total corrigido	28	23,99342069			

Variável Dependente: N retido, g/dia CV = 16,91 %

Fontes de variação	GL	SQ	F	Pr > F
Modelo	9	5,83532667	0,63	0,7622
Dieta	4	1,94976667	0,47	0,757
Porca	5	3,88556	0,75	0,596
Erro	20	20,73407333		
Total corrigido	29	26,5694		

Apêndice 23. Digestibilidade da MS, PB, GB, EB e retenção de nitrogênio, calculado pelo método do Co EDTA. Experimento 2.

trat	rep	CDMS %	CDPB %	CDGB %	CDEB %	Retenção N %	N g/dia
1	1	90,72	90,46	86,40	91,59	69,83	5,77
1	2	93,53	91,63	93,36	94,68	67,98	7,48
1	3	93,39	93,14	92,73	94,86	63,69	6,65
1	4	88,02	88,56	79,38	88,40	68,87	6,32
1	5	91,75	92,01	87,45	92,74	52,37	4,67
1	6	92,36	91,93	90,16	93,10	68,13	4,44
2	1	88,51	88,69	84,41	88,45	73,52	5,31
2	2	88,27	86,30	81,99	88,73	66,18	4,27
2	3	93,79	92,62	92,06	94,61	64,82	6,38
2	4	93,07	93,09	88,22	93,52	64,06	5,55
2	5	88,89	87,36	82,63	89,46	68,71	5,63
2	6	90,77	90,67	85,67	91,26	67,66	3,61
3	1	96,15	95,79	95,84	96,66	73,17	6,02
3	2	96,17	96,24	95,30	96,78	70,49	4,61
3	3	97,05	96,50	97,53	97,74	61,82	5,63
3	4	96,85	97,16	96,04	97,28	56,50	5,28
3	5	96,86	97,31	96,06	97,46	69,02	6,02
3	6	96,82	96,73	96,64	97,61	63,91	6,50
4	1	96,38	96,81	95,78	96,93	76,70	5,74
4	2	96,58	96,60	95,48	97,11	66,35	6,02
4	3	97,36	97,02	97,56	97,99	53,84	6,02
4	4	96,42	95,86	96,05	96,96	72,57	5,81
4	5	97,34	97,33	97,10	98,01	61,21	6,17
4	6	96,27	95,88	95,34	96,60	67,13	6,11
5	1	95,05	95,98	94,78	95,79	71,59	8,24
5	2	96,15	95,81	95,49	96,85	68,88	6,90
5	3	96,33	96,07	95,65	97,16	53,73	5,22
5	4	95,32	95,86	93,47	95,65	70,69	5,14
5	5	95,60	96,02	93,54	95,95	66,54	5,64
5	6	96,61	96,04	96,72	97,24	59,18	5,09

Apêndice 24. Análise da variância da digestibilidade da MS, PB, GB, EB e retenção de nitrogênio, calculado pelo método do Co EDTA. Experimento 2.

Variável Dependente: Digestibilidade da MS					CV = 1,03 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	203,9589856	22,6621095	23,59	<,0001
Dieta	4	181,5133844	45,3783461	47,24	<,0001
Porca	5	13,4493211	2,6898642	2,8	0,0484
Erro	18	17,2892822	0,9605157		
Total corrigido	27	221,2482679			

Variável Dependente: Digestibilidade da PB					CV = 0,75
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	149,1544326	16,5727147	32,38	<,0001
Dieta	4	129,4940328	32,3735082	63,25	<,0001
Porca	5	6,7084411	1,3416882	2,62	0,0647
Erro	16	8,1896289	0,5118518		
Total corrigido	25	157,3440615			

Variável Dependente: Digestibilidade da EB					CV = 1,12 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	205,0222454	22,7802495	19,87	<,0001
Dieta	4	180,3181204	45,0795301	39,32	<,0001
Porca	5	18,1720038	3,6344008	3,17	0,0317
Erro	18	20,6350796	1,1463933		
Total corrigido	27	225,657325			

Variável Dependente: Digestibilidade da GB					CV = 1,92 %
Causa da variação	GL	SQ	QM	Valor de F	Pr > F
Modelo	9	565,5495621	62,8388402	19,69	<,0001
Dieta	4	515,6242771	128,9060693	40,38	<,0001
Porca	5	53,5560538	10,7112108	3,36	0,0257
Erro	18	57,4565629	3,1920313		
Total corrigido	27	623,006125			

Variável Dependente: Metabolizabilidade da EB					CV = 1,26 %
Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Modelo	9	155,4395769	17,27106409	12,7	0,0001
Dieta	4	132,8094667	33,20236667	24,42	0,0001
Porca	5	10,22182	2,044364	1,5	0,2407
Erro	17	23,115275	1,35972206		
Total corrigido	26	178,5548519			

Variável Dependente: CRN % CV = 5,74 %

Causa da Variação	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Modelo	9	510,2647101	56,6960789	3,95	0,0063
Dieta	4	35,32307227	8,83076807	0,62	0,6572
Porca	5	481,1589489	96,23178979	6,7	0,0011
Erro	18	258,3579577	14,35321987		
Total corrigido	27	768,6226679			

Variável Dependente: N retido, g/dia CV = 17,01

Fontes de variação	GL	SQ	F	Pr > F
Modelo	9	6,6658	0,78	0,6398
Dieta	4	3,30021333	0,86	0,5019
Dieta	5	3,36558667	0,71	0,626
Erro	20	19,07954667		
Total corrigido	29	25,74534667		