

**PLASMA ANIMAL E EXTRATO
INTRACELULAR DE LEVEDURA EM
DIETAS PARA LEITÕES DESMAMADOS
AOS 21 DIAS DE IDADE: DESEMPENHO E
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**

LÚCIO LAUDARES COSTA

2006

LÚCIO LAUDARES COSTA

**PLASMA ANIMAL E EXTRATO INTRACELULAR DE LEVEDURA
EM DIETAS PARA LEITÕES DESMAMADOS AOS 21 DIAS DE
IDADE: DESEMPENHO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientador

Prof. Dr. José Augusto de Freitas Lima

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2006

Ficha Catalográfica Preparada Pela Divisão De Processos Técnicos Da
Biblioteca Central da UFLA

Costa, Lúcio Laudares

Plasma animal e extrato intracelular de levedura em dietas para leitões
desmamados aos 21 dias de idade: desempenho e respostas fisiológicas / Lúcio
Laudares Costa. -- Lavras : UFLA, 2006.

86 p. : il.

Orientador: José Augusto de Freitas Lima.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Suíno. 2. Glicose. 3. Insulina. 4. Resposta imune. 5. Imunoglobulina. 6. Peso
de órgãos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.4089

LÚCIO LAUDARES COSTA

**PLASMA ANIMAL E EXTRATO INTRACELULAR DE LEVEDURA
EM DIETAS PARA LEITÕES DESMAMADOS AOS 21 DIAS DE
IDADE: DESEMPENHO E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 20 de junho de 2006.

Prof. Dr. Antonio Ilson Gomes de Oliveira	UFLA
Prof. Dr. Eduardo Pinto Filgueiras	UFLA
Prof. Dr. Luis David Solis Murgas	UFLA
Prof. Dr. Messias Alves da Trindade Neto	USP

Prof. Dr. José Augusto de Freitas Lima
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

À minha família Gisele: (esposa), Lucas, Anna, Marinna (filhos),
Matheus (enteado), vocês que foram o motivo desta minha caminhada,

DEDICO

Aos meus pais, Silvio e Neusa, ao Dr. Glenan e Lurdinha (meus sogros),
aos meus irmãos(ãs) e cunhados(as): Fátima, Tércia (José Ilacir), Alair
(Robson), Lamarquiana (Vasco), Luciana, Evandro (Denise) e João Paulo, aos
meus sobrinhos, à Marianne e Bruno (cunhados); vocês que fizeram parte desta
caminhada, pela presença e apoio incondicional, vocês são **INESQUECÍVEIS**.

A Deus, princípio e fonte de toda sabedoria,

OFEREÇO

Ao meu irmão Silvio Donizette (*in memorian*), sempre presente em
minha vida...

minha **HOMENAGEM**

AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente, fonte inesgotável de força e luz, por tudo.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade da realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador, professor José Augusto de Freitas Lima, pela orientação, conhecimentos transmitidos e, principalmente, pela amizade e exemplo.

Aos professores Elias Tadeu Fialho, Antonio Ilson Gomes de Oliveira e Luis David Solis Murgas pelo apoio nas diferentes fases do curso.

Aos demais professores do Departamento de Zootecnia pela convivência.

Ao professor Antônio Martins Siqueira, da UNIFAL – MG (Universidade Federal de Alfenas) pelo apoio e orientação nos trabalhos de imunologia.

Aos professores Paulo Borges Rodrigues, Antônio Gilberto Bertechini e Raimundo Vicente de Sousa.

Ao Dr. Cláudio Nasser (Riber Gen) por permitir que estes experimentos fossem realizados em sua propriedade.

Ao Dr. Luis Antônio Laudares (Embrapa Milho e Sorgo) e ao Dr. Glauber Machado (Integral), obrigado pelo apoio.

À Alltech do Brasil, nas pessoas do Dr. William Brodbeck, Dr. Guilherme Minozzo e Fabiano Tavares por todo o apoio na realização da pesquisa.

Ao Dr. Clever Antônio Alves da Master Nutrição Animal.

À American Protein Corporation (APC), na pessoa de Luis Rangel, pelo apoio na realização do experimento e à Metachem, pelos produtos doados.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial, Carlos Henrique Souza, Pedro Adão Pereira e Keila Cristina Oliveira.

À granja Recanto (Riber Gen), na pessoa do Sr. Donisete Silva e Flávia C. Silva, e a toda sua equipe: Agnelo José Caixeta, Altair Antônio de Freitas (Taidinho), Dalmi Caixeta Nunes, Deusmar Martins de Paula (Bomba), Elias Antônio de Souza, Eurico Alves da Silva (Sassá), Gasparino dos Reis Oliveira (Gato), Gleubson Martins Silvestre, Joaquim Saturnino Filho, Osvaldo Bento Rodrigues, Venício Marques Tolentino, sempre prontos a auxiliar em todos os momentos do experimento.

Aos colegas do curso de pós-graduação do Departamento de Zootecnia: Hunaldo Oliveira Silva, Paulo Roberto Ost, Reinaldo Kanji Kato pelo convívio e colaboração, e aos amigos: Flávia Maria David, Henrique Jorge de Freitas e Sílvio Luiz de Oliveira pela força, colaboração e incentivo.

À Beatriz (Beá) pelo incentivo durante todo o curso. À tia Aparecida, tio Alaor, Isabel (Juarez, Carolina, Lívia, Luciana), Ângela (Ricardo, Júnior, Renato, Larissa) pela torcida em toda esta caminhada, obrigado.

À tia Elba por sua torcida e constante alegria, sempre me fazendo seguir em frente, mesmo diante das dificuldades, com especial carinho.

Ao tio Jaime, tia Elinéia e família pela calorosa acolhida nos momentos importantes.

BIOGRAFIA

LÚCIO LAUDARES COSTA, filho de Silvio Alves Costa e Neusa Laudares Costa, nasceu em Campo Belo – MG, em 01 de agosto de 1969.

Graduou-se em Medicina Veterinária em fevereiro de 1993, pela Unifenas (Universidade de Alfenas).

Atuou de 1993 a 1994 como médico veterinário, da Agropecuária Tratex, Colíder – MT, e de 1994 a 1999 como médico veterinário da Poli-Nutri Alimentos Ltda, Osasco – SP. De novembro de 2004 a outubro de 2005 atuou como consultor e gerente da Alltech do Brasil.

Iniciou o curso de Pós-Graduação no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras em maio de 1999, obtendo o título de Mestre em Ciências, na área de concentração Nutrição Animal, em março de 2001.

Em março de 2001, iniciou o curso de Doutorado no Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, obtendo o título de Doutor, com concentração em Nutrição de Monogástricos, em junho de 2006.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Fisiologia Digestiva do Suíno Neonato.....	3
2.2 Fontes Protéicas Utilizadas em Dietas de Leitões.....	5
2.2.1 <i>Proteínas do plasma</i>	6
2.2.2 <i>Extrato intracelular de levedura (EIL)</i>	16
2.2.2.1 <i>Nucleotídeos</i>	16
2.2.2.2 <i>Peptídeos</i>	18
2.2.2.3 <i>Inositol</i>	19
2.2.2.4 <i>Glutamina</i>	19
2.3 Influência das Dietas sobre o Peso dos Órgãos.....	22
2.4 Influência das Dietas sobre as Concentrações de Insulina e Glicose.....	25
2.5 Influência das Dietas sobre a Resposta Imune.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Local e Época do Experimento.....	34
3.2 Dietas Experimentais e Tratamentos.....	34
3.3 Ensaio I - Desempenho.....	37
3.3.1 <i>Animais, Instalações e Período Experimental</i>	37
3.3.2 <i>Parâmetros Avaliados</i>	37
3.3.3 <i>Delimitação Experimental e Análise Estatística</i>	39
3.4 Ensaio II - Respostas Fisiológicas.....	40
3.4.1 <i>Animais, Instalações e Período Experimental</i>	40
3.4.2 <i>Parâmetros Avaliados</i>	40
3.4.2.1 <i>Peso dos Órgãos Internos</i>	40
3.4.2.2 <i>Dosagem de Glicose e Insulina</i>	42
3.4.2.3 <i>Dosagem de Imunoglobulinas (IgG)</i>	42
3.4.3 <i>Delimitação Experimental e Análise Estatística</i>	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	48
4.1 Ensaio I – Desempenho.....	48

4.2 Ensaio II – Respostas Fisiológicas	61
4.2.1 <i>Peso de órgãos</i>	61
4.2.2 <i>Dosagens de Glicose e Insulina</i>	63
4.2.3 <i>Dosagens de Imunoglobulinas G (IgG)</i>	65
5 CONCLUSÕES	68
6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	69
ANEXO	81

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição bromatológica dos ingredientes usados na fabricação das rações experimentais.....	35
TABELA 2 - Composição percentual e bromatológica das rações experimentais.....	36
TABELA 3 – Desempenho dos leitões de 0 a 14 dias pós-desmama de acordo com as fontes protéicas e níveis de inclusão	49
TABELA 4 – Desempenho dos leitões de 0 a 21 dias pós-desmama de acordo com as fontes protéicas e níveis de inclusão	57
TABELA 5 – Peso relativo dos órgãos (g/kg peso vivo) de leitões de acordo com a fonte protéica e os níveis de inclusão.....	62
TABELA 6 – Concentrações plasmáticas de insulina e glicose em leitões nas condições pré e pós-prandial, de acordo com a fonte protéica e os níveis de substituição e respectivos erros-padrão da média (E.P.M.).....	64
TABELA 7 – Concentrações plasmáticas de imunoglobulinas G (IgG) em leitões de acordo com a fonte protéica e os níveis de substituição e respectivos erros-padrão da média (E.P.M.)..	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão das baias (ensaio I).....	38
Figura 2: Visão ampla da sala (ensaio I).....	38
Figura 3: Visão das baias (ensaio II).....	41
Figura 4: Visão ampla da sala (ensaio II)	41
Figura 5 – Ganho de peso dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função dos níveis de EIL.	50
Figura 6 – Consumo de ração dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função dos níveis de plasma.	51
Figura 7 – Conversão alimentar dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função das fontes protéicas.....	53
Figura 8 – Eficiência de utilização protéica (EUP) dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função das fontes protéicas.....	55
Figura 9 – Eficiência de utilização de energia (EUE) dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função das fontes protéicas.....	56

RESUMO

COSTA, Lúcio Laudares. **Plasma animal e extrato intracelular de levedura em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade: desempenho e respostas fisiológicas**. 2006. 86 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Para avaliar o efeito do plasma animal e do extrato intracelular de levedura, em diferentes níveis sobre o desempenho e respostas fisiológicas (peso dos órgãos internos, as concentrações de glicose e insulina e dosagem de imunoglobulina G) de leitões desmamados aos 21 dias de idade, foram conduzidos dois ensaios com uma dieta controle à base de milho, farelo de soja e produtos lácteos (soro de leite e lactose) à qual foram adicionados o plasma e extrato intracelular de levedura nos níveis de 2, 4 e 6%. Utilizou-se em DBC em arranjo fatorial de $2 \times 3 + 1$ (fonte protéica, níveis e tratamento controle). As dietas foram isoprotéicas e isocalóricas. No ensaio I, foram utilizados 462 leitões (machos e fêmeas) para avaliar desempenho, em dois períodos (0 aos 14 e 0 aos 21 dias pós- desmama). De 0 aos 14 dias, não houve efeito das fontes protéicas e dos níveis sobre o ganho de peso, porém ocorreu interação ($P < 0,01$) entre fonte protéica e níveis, sendo observado resposta quadrática no ganho de peso com o uso do extrato intracelular de levedura. O consumo de ração foi influenciado ($P < 0,05$) pela fonte protéica e pelos níveis de inclusão e houve interação ($P < 0,01$) entre fonte protéica e nível, e o tratamento controle apresentou menor ($P < 0,05$) consumo. Observou-se aumento linear do consumo de ração com os níveis de plasma. Quando se utilizou nível de 6% da fonte protéica, animais alimentados com plasma apresentaram maior ($P < 0,01$) consumo de ração. Efeitos quadráticos dos níveis ($P < 0,05$) foram obtidos para conversão alimentar, eficiência de utilização de proteína e de utilização de energia. Os níveis estimados como ótimos foram: 2,47; 2,4 e 2,39%, respectivamente. De 0 a 21 dias, animais que receberam plasma apresentaram maiores ($P < 0,05$) ganho de peso e consumo de ração que os alimentados com extrato intracelular de levedura. A conversão alimentar, a eficiência de utilização protéica e de utilização de energia não foram influenciadas neste período. No ensaio II foram utilizados 105 leitões (machos e fêmeas) para avaliar os pesos dos órgãos internos (baço, estômago, fígado, pâncreas e rins), as concentrações de glicose e insulina, e a concentração plasmática de imunoglobulina G. O nível de glicose pré-prandial foi influenciado ($P < 0,01$) pelas fontes protéicas, sendo maior para o plasma,

¹ Comitê Orientador: José Augusto de Freitas Lima – UFLA (orientador), Elias Tadeu Fialho – UFLA, Luis David Solis Murgas – UFLA, Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA

enquanto que os animais do tratamento controle apresentaram menor concentração de glicose pré-prandial. O nível de glicose pós-prandial não foi influenciado pelas fontes protéicas e não foi observada interação fonte protéica e níveis. Quanto ao peso dos órgãos internos e dosagem de IgG, não houve efeito das fontes protéicas ou dos níveis. Conclui-se que um melhor desempenho pode ser obtido com a inclusão de 2% de plasma animal na dieta de leitões, o extrato intracelular de levedura apresentou efeito quadrático recomendando-se a inclusão de 2,7% nas dietas de leitões e que o uso de qualquer uma das fontes protéicas nos primeiros 21 dias pós-desmama não interfere nas respostas fisiológicas dos animais.

ABSTRACT

COSTA, Lúcio Laudares. **Animal plasma and intracell yeast extract in diet for piglets weaned at 21 days age: performance and physiological responses.** 2006. 86 p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.²

To evaluate the effects of animal plasma and intracell yeast extract: - IYE in different levels on performance, internal organs weight, glucose and insulin concentrations and the immune response (immunoglobulin G dosage) of piglets weaned at 21 days age, two trials were carried out using one control corn, soybean meal and milk products (milk whey and lactose) based diet. Additionally six diets were formulated with the addition of animal plasma and EIL at levels of 2, 4 e 6%. A completely randomized block design in factorial scheme $2 \times 3 + 1$ (protein sources - PS, levels and control treatment). Isoproteics and isocalorics diets were used. In trial I, 462 piglets (males and females) were used to evaluate the performance in two periods (0 to 14 and 0 to 21 days after weaning). From 0 to 14 days no PS and levels effects ($P > 0,05$) were observed to weight gain (WG), but an interaction ($P < 0,01$) between PS and level was observed, quadratic response of WG with EIL use. PS and levels effects on feed intake (FI) and an interaction ($P < 0,01$) between PS and level were obtained, linear response of FI with plasma levels used. Control treatment showed lower ($P < 0,05$) FI. Quadratic effects ($P < 0,05$) of levels were observed for feed conversion (FC), protein utilization efficiency (PUE) and energy utilization efficiency (EUE), with best levels: 2.47; 2.4 and 2.39%, respectively. From 0 to 21 days, piglets feed with plasma showed higher ($P < 0,05$) WG and FI than one feed IYE. No effects of FC, PUE and EUE were obtained in this period. In trial II 105 piglets (males e females) were used to evaluate organs weight (spleen, stomach, liver, pancreas and kidney), glucose and insulin concentrations and the plasmatic concentration of immunoglobulin G. Plasma showed higher ($P < 0,01$) preprandial glucose concentration, and animals of control showed lower preprandial glucose concentration. No effects were observed on posprandial glucose concentration. Additionally no effects were obtained for internal organs weight and immune response. It was concluded that best performance is obtained with inclusion of 2% plasma level in piglets diets, IYE showed quadratic effect recommended the inclusion to it of 2,7% in the diets of

² Guidance Committee: José Augusto de Freitas Lima - UFLA (Major Professor), Elias Tadeu Fialho – UFLA, Luis David Solis Murgas – UFLA, Antonio Ilson Gomes de Oliveira – UFLA.

pigs and the use of any protein sources no affect the physiological responses of animals.

1 INTRODUÇÃO

Uma característica da atividade suinícola é a redução na idade de desmama. Esta redução leva a uma diminuição no intervalo dos partos, e um aumento no número de partos por matriz por ano. Assim, ocorre um aumento no número de terminados por matriz por ano e, a diluição dos custos fixos da atividade. Existem, porém, efeitos deletérios dessa prática, dentre os quais: estagnação do crescimento do leitão no imediato período pós-desmama; aumento no risco de diarreia pós-desmama e aumento da mortalidade; e dos custos de medicação.

A formulação de dietas para leitões pós-desmame depende escolha dos ingredientes. A composição destes ingredientes deve ser compatível à capacidade enzimática do sistema digestório, em evolução, por ocasião do desmame em idade antecipada.

As pesquisas nessa área têm como enfoque a busca de ingredientes mais digestíveis, que possam substituir satisfatoriamente o leite materno no suprimento de nutrientes, permitindo ao suíno a maximização do seu potencial genético. Entre os principais ingredientes pesquisados, as fontes protéicas têm tido grande importância. O farelo de soja constitui-se em boa fonte de aminoácidos, principalmente de lisina, mas seu uso em dietas de leitões é restrito, devido aos problemas causados na mucosa gastrointestinal. Outras fontes protéicas que têm sido pesquisadas são: a farinha de peixe, o plasma animal, o ovo em pó e o concentrado protéico de soro.

Os recentes episódios da encefalopatia espongiiforme bovina (doença da vaca louca), ocorridos na Europa e EUA, estabeleceu a estes mercados uma segurança adicional aos alimentos consumidos, em especial às carnes, inclusive quanto à contaminação por *Salmonella* e *Escherichia coli*. Por estas razões, as

fontes protéicas de origem animal, largamente utilizadas nas rações animais, têm sido questionadas.

Os episódios descritos acima, associados à busca de alimentos isentos de promotores de crescimento, fontes protéicas de origem animal e de organismos geneticamente modificados motivam as pesquisas na busca de uma nova fonte protéica. O extrato intracelular de levedura tem sido avaliado como provável alternativa, e as pesquisas têm relacionado seus constituintes com diversas funções do organismo como: sistema imunológico, antioxidantes, ligações com minerais, hormonais etc.

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão das fontes protéicas: plasma animal, e extrato intracelular de levedura, em dietas à base de milho, farelo de soja, soro de leite e lactose em níveis crescentes, sobre o desempenho zootécnico, o peso dos órgãos internos, as concentrações de glicose e insulina e a resposta imune de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fisiologia Digestiva do Suíno Neonato

O leite materno, com a sua forma gradual de ingestão, representa exatamente aquilo que o sistema digestivo do neonato está preparado para degradar e absorver (Tardin, 1985). Além disso, o leite contém várias substâncias, incluindo hormônios, fatores de crescimento, anticorpos, glutamina, lactoferrina, citocinas e nucleotídeos que favorecem o desenvolvimento do neonato, além de estimular a proteção contra várias doenças (Madar & Stark, 2000).

O desenvolvimento do trato gastrointestinal nos suínos inicia-se na vida fetal. Primeiro passa por um período de proliferação, crescimento e morfogênese, em seguida, pela diferenciação das células epiteliais e, finalmente, pela maturação e intensificação do desenvolvimento funcional (Cranwell, 1995).

À desmama, o trato gastrointestinal sofre adaptação, com a mudança da dieta de leite da porca para alimentação seca. O leite materno fornece ao leitão: (i) controlada e semicontinua fonte de nutrientes digestíveis e disponíveis; (ii) agentes protetores imunológicos e não imunológicos; e (iii) fatores estimulantes e reguladores importantes ao desenvolvimento do trato digestivo e seu sistema regulatório (Cranwell, 1995). A melhor dieta pós-desmama deve suprir o primeiro item acima citado, mas é menos digestível que o leite da porca e é provido de um modo desregulado. Durante o período imediato pós-desmama, o trato gastrointestinal tem que se adaptar a uma dieta de composição física e química diferente, mas também tem de aumentar sua capacidade para processar e suprir nutrientes de modo que o suíno possa dobrar sua taxa de crescimento diário de 200-250 g durante um período de amamentação de 4 semanas para 500-550 g em 8 semanas de idade. Os componentes do sistema digestivo

responsáveis pela digestão e absorção dos alimentos são o estômago, o intestino delgado, o pâncreas e o fígado. A habilidade do suíno em digerir os alimentos e absorver os nutrientes da dieta dependerá da capacidade física do intestino, da natureza e quantidade das secreções no trato gastrointestinal (em geral ácidos, enzimas, bicarbonato e bile); do desenvolvimento de mecanismos para controlar estas secreções; e das capacidades digestiva e absorptiva da superfície da mucosa do intestino delgado (Cranwell, 1995).

Segundo Tardin (1985), o leitão possui um alto potencial de crescimento e uma alta demanda por nutrientes digestíveis. Torna-se necessário, portanto, entender o grau de imaturidade do sistema digestório do leitão ao nascer, bem como as diferentes funções digestivas evoluem com o aumento da idade.

Pond & Houpt (1978), citados por Tardin (1985), relatam que os leitões às três semanas de idade estão aptos a usar o amido e outros carboidratos complexos como fonte principal de energia. Por sua vez, Cranwell (1995) observou que os principais fatores que influenciam o desenvolvimento do pâncreas e enzimas pancreáticas são idade, alimentação (leitões lactentes versus leitões com acesso à ração disponível no “creep” de alimentação) e a natureza da dieta. Swenson (1988) demonstra graficamente que a estimulação da atividade enzimática coincide com a mudança na composição da dieta (início da alimentação em comedouros) e com o aumento da concentração de unidades de amilase por volta de três semanas de idade.

Para Miller et al. (1991), leitões desmamados durante as duas primeiras semanas de idade toleram melhor as dietas baseadas na proteína do leite que as baseadas na proteína do farelo de soja. Citando Pekas et al. (1964), relatam que a maioria das enzimas digestivas estão desenvolvidas, com duas semanas de idade, mas as enzimas pancreáticas são particularmente insuficientes, demonstrando um maior papel na digestão da proteína da soja pelo pâncreas que na digestão da proteína do leite nesta idade.

O farelo de soja é a principal fonte protéica utilizada em dietas para suínos (Butolo, 2002). Sua utilização para leitões é restrita devido ao seu efeito anti-nutricional provocado pelos inibidores de tripsina, hemaglutininas, saponinas, estrógenos, fatores alérgenos (glicinina e conglicinina).

Devido aos fatores acima descritos e a elevada participação que a proteína da soja possui no custo da ração, a busca de novas fontes protéicas tornou-se um objetivo para pesquisas.

Quanto à digestão de gordura, Tardin (1985) relata que o leitão é capaz de hidrolisar e absorver gordura desde o nascimento, uma vez que um terço da matéria seca do leite da porca é gordura, e ao nascer, o leitão apresenta uma considerável quantidade de lipase pancreática que persiste.

Desta forma, para adequado desempenho no período pós-desmama, a dieta deve favorecer a digestão pelo ainda imaturo trato gastrointestinal dos leitões e que seja palatável, garantindo um maior consumo da ração pelos animais.

2.2 Fontes Protéicas Utilizadas em Dietas de Leitões

Na década de 50, algumas pesquisas foram realizadas para se determinar o valor do soro de leite como fonte não identificada de crescimento para leitões. Trabalhos iniciais desenvolvidos por Catron et al. (1953), desmamando leitões aos 2 ou 3 dias de idade e utilizando dietas contendo leite em pó, gordura, minerais, vitaminas e antibióticos, obtiveram sucesso. Deste modo, o leite em pó e seus derivados passaram a ser uma fonte de pesquisa para leitões desmamados em idade precoce. Assim, Cera et al. (1988), Cinq-Mars et al. (1986), Danielson et al. (1960), Lepine et al. (1991), Li et al. (1991), Tokach et al. (1995), Tokach et al. (1989), Walker et al. (1986) e Wilson et al. (1981) comprovaram que leitões que recebiam dietas com produtos lácteos tinham um desempenho melhor

do que aqueles que recebiam dietas contendo milho e farelo de soja. Quando trata-se de leitões, mesmo em dietas comerciais simples, é comum a utilização dos produtos lácteos.

2.2.1 Proteínas do plasma

As pesquisas com plasma suíno liofilizado tiveram início da década de 90. Atualmente, alguns autores afirmam que o único ingrediente que não pode ser excluído da dieta de leitões que foram desmamados antecipadamente é o plasma suíno.

Dois experimentos de 28 dias de duração foram conduzidos por Gatnau & Zimmerman (1990), que avaliaram diversas fontes protéicas. No experimento 1, as fontes protéicas utilizadas foram caseína, extrato de carne, isolado protéico de soja e plasma suíno obtido por “spray-dried”. No experimento 2, as fontes protéicas foram farelo de soja, leite em pó desnatado e plasma suíno obtido por “spray-dried”. No experimento 1, os animais que receberam caseína e plasma suíno apresentaram melhor ganho de peso no período de 0 a 2 e 0 a 4 semanas. O consumo de ração foi maior para os animais que receberam plasma suíno de 0 a 2 semanas, e de 0 a 4 semanas os animais que receberam plasma suíno e caseína apresentaram maiores consumos. A eficiência alimentar não foi influenciada pelos tratamentos de 0 a 2 semanas, mas de 0 a 4 semanas os melhores resultados foram obtidos pelos animais que receberam caseína e isolado protéico de soja. O experimento 2 demonstrou que os animais que receberam plasma suíno tiveram melhor ganho de peso e consumo de ração nos períodos de 0 a 2 e 0 a 4 semanas, e a eficiência alimentar foi melhor para os animais que receberam farelo de soja.

Por sua vez, Sohn et al. (1991) avaliaram a substituição do leite desnatado em pó pelo plasma suíno ou hemácias, obtidos por “spray-dried”, em

dietas para leitões desmamados aos 24 dias de idade. As dietas foram 10% de leite desnatado em pó; substituição do leite desnatado com 4% de plasma e substituição do leite desnatado com 2,75% de hemácias obtidas por “spray-dried”. Os resultados demonstraram que o ganho de peso e o consumo de ração foram diferentes entre os três tratamentos e em todos os períodos (semana 1, semana 2, e período total do experimento). A eficiência alimentar não foi influenciada pelos tratamentos. Os animais que apresentaram os melhores resultados foram os que receberam plasma suíno e hemácias, respectivamente.

Hansen et al. (1993) avaliaram o efeito da substituição do leite em pó desnatado e soro de leite pelo plasma suíno obtido por “spray-dried”. Os leitões foram desmamados aos 24 dias de idade. O plasma suíno substituiu o leite em pó desnatado na dieta de 0 a 14 dias pós-desmama, e o soro de leite na dieta de 14 a 28 dias pós-desmama. O ganho de peso, o consumo de ração e a eficiência alimentar não foram influenciados pelos tratamentos em qualquer período (0 a 14 e 0 a 28 dias). Em outro experimento, os autores avaliaram a substituição do leite em pó desnatado pelas seguintes fontes protéicas: plasma suíno, sangue suíno, plasma bovino e extrato protéico de carne, todos obtidos por “spray-dried”. Os leitões foram desmamados aos 21 dias de idade. De 0 a 14 dias, o ganho de peso foi maior para os animais que receberam plasma e sangue suínos; o consumo de ração foi maior para os animais que receberam dietas com plasma suíno e a eficiência alimentar foi menor para os animais que receberam o extrato protéico de carne. Os autores concluíram que o plasma suíno associado à lactose e soro em pó é a melhor fonte protéica para suplementar as dietas para leitões desmamados antecipadamente.

Nesta linha de pesquisa, Rodas et al. (1995) estudaram o efeito da substituição do leite em pó desnatado pelo plasma suíno ou sangue, ambos obtidos por “spray-dried”, durante a fase 1 pós-desmame (0 a 14 dias pós-desmama). De 0 a 14 dias houve efeito dos tratamentos sobre ganho de peso e

consumo de ração, sendo o plasma suíno responsável por estes resultados. De 14 a 35 dias houve efeito dos tratamentos para ganho de peso e consumo de ração, sendo que os animais que receberam o plasma suíno na fase de 0 a 14 dias apresentaram melhor desempenho. A eficiência alimentar não foi influenciada em nenhum dos períodos. Assim, os autores concluíram que dietas contendo plasma suíno melhoram o desempenho dos animais quando comparados com dietas contendo leite desnatado em pó e sangue obtido por “spray-dried”.

O efeito da interação entre a lactose e fontes protéicas (plasma animal obtido por “spray-dried” e farelo de soja) foram avaliadas por Nessmith Jr. et al. (1997), em leitões desmamados aos 10 e 19 dias. Nas dietas para os leitões mais leves, desmamados aos 10 dias de idade, a farinha de peixe e o concentrado protéico de soja extrusada também foram utilizados como fontes protéicas. Para os animais mais pesados, desmamados aos 19 dias, não se observaram interações entre lactose, farelo de soja e plasma animal. De 0 a 14 dias foi observada uma interação entre lactose e farelo de soja. A adição de lactose em dietas contendo farelo de soja aumentou o ganho de peso. O aumento da inclusão de lactose diminuiu ganho de peso e consumo de ração nas dietas sem farelo de soja. Os leitões que receberam dietas com farelo de soja melhoraram o ganho de peso, consumo de ração e eficiência alimentar quando comparado com dietas sem farelo de soja. A adição de plasma animal melhorou o ganho de peso e o consumo de ração, mas influenciou negativamente a eficiência alimentar quando comparada com as dietas sem plasma animal. No experimento com animais mais leves, os resultados obtidos foram de 0 a 5 dias a adição de lactose não afetou o ganho de peso, mas aumentou o consumo de ração. O farelo de soja não afetou o desempenho e a adição de plasma animal aumentou o ganho de peso, mas não alterou o consumo de ração e a eficiência alimentar. De 0 a 10 dias o aumento de lactose melhorou o ganho de peso e o consumo de ração, mas não afetou a eficiência alimentar. O plasma animal não alterou o ganho de peso e a eficiência

alimentar, mas aumentou o consumo de ração. Assim sendo, os autores concluíram que sob condições de ótima sanidade, a interação entre lactose e as fontes protéicas tem efeito mínimo para leitões desmamados entre 10 e 19 dias.

O efeito da substituição do leite em pó desnatado pelo plasma animal obtido por “spray-dried” e deste por um concentrado protéico de soro para leitões desmamados antecipadamente (entre 12 e 19 dias de idade) foi avaliado por Grinstead et al. (2000) em uma série de experimentos. Em um dos experimentos, leitões desmamados aos 19 dias de idade que receberam dieta controle contendo soro de leite + leite em pó desnatado + farinha de sangue foram comparados com leitões que receberam dietas nas quais o leite em pó desnatado foi substituído pelo plasma animal obtido por “spray-dried” (2,5 e 5,0%) ou produto protéico de soro (2,7% e 5,4%). Estas dietas foram fornecidas na fase 1 pós-desmama e de 14 a 35 dias todos os animais receberam a mesma dieta. De 0 a 14 dias não houve efeito dos tratamentos. De 14 a 35 dias, as dietas com plasma animal apresentaram efeito quadrático sobre consumo de ração e o ganho de peso e a eficiência alimentar não foram influenciados pelo plasma animal ou produto protéico de soro. Em outro experimento com leitões desmamados aos 17 dias de idade, a dieta controle à base de soro de leite e farelo de soja foram comparadas com o plasma animal (2,5 e 5,0%) e produto protéico de soro (2,5 e 5,0%). De 0 a 14 dias o ganho de peso e a eficiência alimentar foram influenciados pelo plasma animal e produto protéico de soro e o consumo de ração pelo plasma animal. De 0 a 35 dias (período total do experimento) nenhuma diferença entre os tratamentos foi observada.

Estes autores ainda conduziram dois ensaios de campo nesta mesma linha de pesquisa. Os leitões destes experimentos foram desmamados aos 12 dias de idade, e por este motivo a dieta controle continha ainda plasma animal obtido por “spray-dried”, farinha de sangue e farinha de peixe. À dieta controle foi adicionado plasma animal (2,5 e 5,0%) ou produto protéico de soro (2,5 e 5,0%).

De 14 a 28 dias pós-desmama todos os animais receberam a mesma dieta. De 0 a 14 dias houve efeito quadrático para o ganho de peso e a eficiência alimentar para os leitões que receberam o plasma animal (melhor desempenho com 2,5%). O consumo de ração foi influenciado de 0 a 14 dias (efeito quadrático) pelo plasma animal. De 14 a 28 dias o consumo de ração diminuiu linearmente nos animais que receberam o plasma animal. Um outro experimento avaliando a substituição do plasma animal pelo concentrado protéico de soro foi conduzido. Neste experimento, o concentrado protéico de soro substituiu em 25, 50, 75 e 100% o plasma animal. Os autores concluíram que o soro protéico pode ser usado para substituir parcial ou totalmente o plasma animal.

Kats et al. (1992) utilizaram leitões desmamados aos 21 dias para avaliar o efeito da fonte protéica da fase I (0 a 9 dias) na resposta a varias fontes protéicas da fase II (9 a 28 dias). As fontes protéicas da fase I foram plasma suíno obtido por “spray-dried” e concentrado protéico de soja extrusada. As fontes protéicas da fase II foram plasma suíno e hemácias obtidas por “spray-dried” e concentrado protéico de soja extrusada. Durante a fase I o plasma melhorou o ganho de peso, o consumo de ração e a eficiência alimentar comparado com o concentrado protéico de soja extrusada. As fontes protéicas da fase I não influenciaram o desempenho da fase II. Durante a fase II os animais que receberam plasma tiveram melhor ganho de peso e consumo de ração do que aqueles que receberam hemácias e maior consumo de ração do que os que receberam concentrado protéico de soja extrusada. Apesar de não ter havido interação, a fonte protéica de ambas as fases, I e II, influenciaram o peso ao final do experimento. Os autores concluíram que há um efeito aditivo entre as fontes protéicas da fase I e II.

Outros autores avaliaram a substituição do plasma por diversas fontes protéicas. Chae et al. (1999) avaliaram cinco fontes protéicas (farelo de soja, leite em pó desnatado, isolado protéico de soja, plasma suíno obtido por “spray-

dried”, e glúten de trigo). De 0 a 7 dias o plasma suíno apresentou os melhores resultados para ganho de peso e consumo de ração, e no período de 0 a 21 dias o pior resultado foi obtido com o farelo de soja. Os autores concluíram que o plasma suíno e glúten de trigo podem ser uma alternativa como fonte protéica para leitões desmamados aos 22 dias de idade.

Jiang et al. (2000) avaliaram o efeito do plasma sobre o desempenho de leitões desmamados aos 14 dias de idade, comparando com extrusado protéico de soja. Os resultados obtidos pelos autores demonstraram que o plasma melhorou o ganho de peso e eficiência de utilização da proteína, embora não tenha ocorrido aumento de consumo de proteína, durante o período experimental (0 a 8; 8 a 16 e de 16 a 24 dias).

Por sua vez, Torrallardona et al. (2002) avaliaram o efeito da substituição da farinha de peixe pelo plasma animal obtido por “spray-dried”, para leitões desmamados aos 21 dias de idade. Para o período de 0 a 14 dias o plasma animal melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar, mas não houve efeito sobre o consumo de ração. De 0 a 35 dias o ganho de peso e consumo de ração não foram influenciados pelo plasma animal, porém a conversão alimentar foi melhor com o plasma de 0 a 35 dias. Torrallardona et al. (2003) avaliaram o efeito do fatorial plasma animal obtido por “spray-dried” (0 e 7%) e colistina (0 e 300mg) sobre o desempenho de leitões desmamados aos 24 dias de idade durante duas semanas. À desmama os leitões foram desafiados com uma dose oral de 5ml de solução com 10^7 ufc/ml (unidades formadoras de colônias por mililitro) de *E. coli* K99. O ganho de peso e a eficiência alimentar foram influenciados pelo plasma (0 a 14 dias), porém não houve efeito sobre o consumo de ração. O efeito do plasma foi maior nos primeiros 7 dias. Os resultados com o plasma foram semelhantes aos obtidos com colistina (antibiótico) e os autores concluíram que, na ocasião em que o uso de

antibióticos é restrito, o plasma pode ser utilizado para prevenir doenças em leitões desmamados.

Gatnau et al. (1991), utilizando leitões desmamados aos 28 dias de idade, determinaram como nível ótimo a inclusão de 6% plasma suíno obtido por “spray-dried”. Nesta linha de pesquisa, Kats et al. (1994), utilizando leitões desmamados aos 21 dias de idade, avaliaram a substituição do leite desnatado por níveis crescentes de plasma suíno obtido por “spray-dried” (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) com suplementação de metionina. De 0 a 14 dias pós-desmama, os resultados demonstraram efeito linear da inclusão do produto sobre o ganho de peso e efeito linear e quadrático sobre consumo de ração. A conversão alimentar não foi afetada pelos tratamentos. De 14 a 28 dias pós-desmama houve efeito linear do plasma para o ganho de peso; e de 0 a 28 dias pós-desmama observou-se efeito linear sobre o ganho de peso e consumo de ração

A palatabilidade de dietas contendo plasma suíno obtido por “spray-dried”, segundo Ermer et al. (1994), foi superior, quando comparadas com dietas contendo leite desnatado em pó, proporcionando um consumo 50% maior para leitões desmamados antecipadamente.

Dois experimentos foram conduzidos Coffey & Cromwell (1995) para avaliar o efeito da substituição leite desnatado em pó pelo plasma suíno obtido por “spray-dried”; e o efeito do ambiente (estação experimental ou granja convencional) sobre o desempenho de leitões na fase 1 pós-desmama (0 a 14 dias pós-desmama). Na fase 2, todos os animais receberam a mesma dieta. De 0 a 14 dias houve interação entre a fonte protéica e ambiente. O ganho de peso não foi influenciado pela fonte protéica no ambiente da estação experimental, porém, no ambiente de granja convencional, os animais que receberam plasma suíno tiveram melhor resultado. Para o consumo de ração houve interação entre fonte protéica e ambiente. Em ambos os ambientes (estação experimental e granja convencional), os animais que receberam plasma suíno apresentaram

maior consumo e a pior conversão alimentar. Para o total do período experimental (0 a 28 dias) os animais que receberam o plasma suíno (de 0 a 14 dias) apresentaram maior ganho de peso e consumo de ração. A conversão alimentar foi pior para os animais alojados no ambiente da estação experimental.

Os autores repetiram o experimento anterior, porém os resultados não foram os mesmos. De 0 a 14 dias o ganho de peso e consumo de ração foram influenciados pelo ambiente, sendo maior para os animais criados no ambiente da estação experimental. O consumo de ração foi influenciado pela fonte protéica, sendo que os animais que receberam plasma suíno consumiram mais ração em ambos os ambientes. No total do experimento (0 a 28 dias), o ganho de peso foi maior para leitões tratados com o plasma suíno e que estavam no ambiente da estação experimental, quando comparados com os receberam leite desnatado em pó e alojados no ambiente de granja convencional. Outro experimento buscou avaliar o efeito dos agentes antimicrobianos associados ou não ao leite em desnatado em pó e plasma suíno obtido por “spray-dried”. Neste experimento, os animais que receberam o plasma suíno apresentaram melhor ganho de peso e consumo de ração no período de 0 a 14 e de 0 a 28 dias quando comparados com os animais tratados com leite desnatado em pó, associado ou não aos antimicrobianos. De 0 a 14 a conversão alimentar foi influenciada pelos antimicrobianos. Os autores concluíram que o plasma suíno é uma melhor fonte protéica para leitões quando comparado com o leite desnatado em pó e que o ambiente (estação experimental ou granja convencional) afeta a magnitude da resposta do plasma suíno. Porém, o melhor desempenho do plasma suíno é independente da presença dos antimicrobianos.

Bosi et al. (2004) avaliaram se o plasma obtido por “spray-dried” poderia melhorar o desempenho de leitões desafiados com *Escheria coli* K88 e se poderia substituir ou não a antibioticoterapia. Leitões desmamados aos 21 dias receberam dietas contendo 2 fontes protéicas (farinha de peixe e plasma

obtido por “spray-dried” – 6% inclusão para ambos), medicadas ou não. Os leitões foram mantidos na mesma dieta por dois dias após o desmame quando iniciaram os testes. Após 6 dias da desmama, foram desafiados com *E. coli* K88 (oralmente 10^{10} bactérias por mililitro). Os resultados indicaram que o ganho de peso e o consumo de ração foram influenciados pela fonte protéica e os animais que receberam o plasma obtido por “spray-dried” apresentaram melhor desempenho. A conversão alimentar não foi influenciada. Apesar de não ter sido observada nenhuma interação entre fonte protéica e medicação, e medicação e sensibilização (*E. coli*), os animais que receberam o plasma obtido por “spray-dried” apresentaram melhor resultado para ganho de peso e consumo de ração independente da medicação e sensibilização. Os autores concluíram que o plasma obtido por “spray-dried” melhora o desempenho e protege os animais contra a *E. coli* K88.

Efeitos contraditórios foram observados por van Dijk et al. (2002). Os autores avaliaram o efeito do plasma suíno obtido por “spray-dried” em substituição à farinha de peixe ou proteína do soro sobre o desempenho de leitões desmamados aos 26 dias de idade. Os efeitos de 7 a 21 e de 1 a 21 dias do primeiro experimento não foram observados no segundo experimento e os autores concluíram que em baixos níveis o plasma pode ter efeitos positivos sobre o desempenho de leitões.

Os resultados descritos anteriormente estão em desacordo com os obtidos por Bergström et al. (1997), que avaliaram o efeito combinado do farelo de soja, plasma animal obtido por “spray-dried” e farinha de peixe sobre o desempenho de leitões desmamados aos 14 e 12 dias de idade. Os leitões dos experimentos permaneceram, respectivamente, por 5 e 7 dias pós-desmama em uma mesma dieta. Para os leitões desmamados aos 14 dias, o ganho de peso e o consumo de ração não foram influenciados pela fonte protéica em nenhum momento do experimento. O plasma animal teve influência sobre a eficiência

alimentar nos períodos de 5 a 19 e de 0 a 33 dias. Para leitões desmamados aos 12 dias de idade o plasma influenciou o ganho de peso somente no período de 7 a 14 dias. O consumo de ração não foi influenciado nos períodos de 7 a 21 e 0 a 28 dias. A eficiência alimentar foi influenciada pelo plasma no período de 7 a 14 e 0 a 28 dias. Os autores concluíram que, em condições de baixo desafio sanitário (alto “status” sanitário), os leitões respondem menos ao plasma animal e à farinha de peixe que leitões com sanidade mais baixa.

Butolo et al. (1999) avaliaram a inclusão de 0%; 2,5%; 5,0% e 7,5% de plasma suíno obtido por “spray-dried” em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. O experimento teve a duração de 4 semanas e os autores avaliaram o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar semanalmente (semanas 1, 2, 3 e 4) e nos intervalos 1 a 2, 1 a 3, 1 a 4 e de 2 a 4 semanas. Os autores concluíram que a adição de plasma suíno proporcionou um aumento no consumo diário de ração, mas não influenciou o ganho de peso e conversão alimentar.

Por sua vez, Hartke et al. (2003), avaliando o efeito do plasma animal obtido por “spray-dried” em dietas simples e complexas com dois níveis de farelo de soja, para leitões desmamados aos 15 dias de idade, não observaram efeito do plasma sobre o ganho de peso e a eficiência alimentar no período de 0 a 14 dias, apesar do maior consumo de ração no período.

As teorias para explicar os resultados positivos obtidos com o plasma animal obtido por “spray-dried” podem ser resumidas através do trabalho de van Dijk et al. (2001), onde os autores apontam que estes efeitos podem ser atribuídos a aumento da palatabilidade da dieta e conseqüente aumento no consumo de ração e ganho de peso; às propriedades das imunoglobulinas (Ig) e glicoproteínas, presente no plasma em prevenir a atuação de patógenos protegendo a funcionalidade do trato gastrointestinal – TGI; à presença de IGF

que podem agir sobre a mucosa do TGI. Segundo os autores, o efeito do plasma é mais pronunciado na primeira semana pós-desmama.

2.2.2 Extrato intracelular de levedura (EIL)

Devido o interesse no uso de proteínas de origem não animal nos alimentos, uma nova fonte protéica derivada do conteúdo celular de levedura, tem sido estudada. Esta fonte protéica é derivada de processo industrial em que o conteúdo intracelular da levedura é separado de sua parede celular. Este conteúdo intracelular possui vários ingredientes de importância nutricional. É rico em inositol, potencial promotor de crescimento natural; glutamina, que é associada à palatabilidade; e nucleotídeos, que apresentam importantes implicações para humanos e animais (Tibbetts, 2002).

Assim, a revisão sobre este produto está apresentada através de seus diversos componentes.

2.2.2.1 Nucleotídeos

Os nucleotídeos são compostos naturais encontrados em todas as células vivas inclusive no leite materno (Butolo, 2002). São essenciais para todas as células e sem eles o DNA e o RNA não poderiam ser produzidos. Assim, as proteínas não poderiam ser sintetizadas e nem as células proliferar. Os nucleotídeos servem também como transportadores intermediários ativos na síntese de alguns carboidratos, lipídeos e proteínas e são componentes estruturais de coenzimas essenciais, como a Coenzima A, FAD, NAD⁺. Os nucleotídeos são compostos por uma base nitrogenada que pode ser púrica (adenina e guanina) ou pirimídica (citosina, timina e uracila), um grupo fosfato e um açúcar (Champe & Harvey, 1996).

Butolo (2002) cita que os nucleotídeos disponíveis atualmente são CMP (Monofosfato de Citidina); UMP (Monofosfato de Uridina); AMP (Monofosfato de Adenosina); GMP (Monofosfato de Guanosina); IMP (Monofosfato de Inosina) e TMP (Monofosfato de Timidina).

Carver et al. (1994), citam que investigações com animais demonstram que os nucleotídeos da dieta influenciam a resposta imune, mas o preciso mecanismo do efeito dos nucleotídeos sobre a imunidade celular não é claro. A incidência de rejeição a enxertos exógenos, a linfoproliferação induzida por antígenos e a hipersensibilidade cutânea tardia são menores em animais alimentados com dietas sem nucleotídeos. Citando Ohyanagi et al. (1989) e Yamaguchi et al. (1985), no fígado, nucleotídeos e nucleosídeos extracelulares são relacionados com a modelagem do crescimento e regeneração dos hepatócitos, além de exercerem papel importante na síntese do glicogênio. Ainda citando outros autores (Maury et al., 1990 e Nuñez et al., 1990), a suplementação com nucleotídeos aumenta os níveis de proteína da mucosa, níveis de DNA, altura do vilus e a atividade de dissacaridases, bem como recuperação intestinal mais rápida após diarreia crônica.

Lerner & Shamir (2000), em sua revisão, relatam que várias fórmulas produzidas para bebês anunciam a adição de nucleotídeos em seus produtos. Este passo foi tomado após estudos que sugerem benefícios potenciais sobre o crescimento, diferenciação e recuperação intestinal (após diarreia crônica), o crescimento somático (em ratos), a absorção de ferro, a flora intestinal, metabolismo de lipídeos e a função imunológica.

Apesar dos nucleotídeos terem sido isolados no leite materno humano há mais de 30 anos (Madar & Stark, 2000), somente hoje as pesquisas sobre este assunto tiveram início na área de produção animal.

2.2.2.2 Peptídeos

O conceito que pequenos peptídeos podem constituir uma importante forma de absorção de aminoácidos pelo trato gastrointestinal é algo novo entre as pessoas envolvidas na produção animal. Para muitos pesquisadores engajados no estudo da absorção de produtos da digestão de proteínas, contudo, o conceito que peptídeos constituem outra forma de absorção dos aminoácidos tem sido investigado por algum tempo (Matthews, 2000; Webb Jr., et al. 1992).

Power & Murphy (1999) relatam a ampla variação de peptídeos biologicamente ativos que foram isolados em fontes animal, vegetal e microbiana. Esses peptídeos variam em complexidade, desde simples dipeptídeos até grandes moléculas cíclicas que podem ser modificadas através da fosforilação, glicosilação ou acilação. Os efeitos fisiológicos que são atribuídos aos peptídeos bioativos que incluem peptídeos com atividade microbiana (associados com antibióticos); peptídeos imunoativos (interferons e interleucinas – ativação e regulação da resposta imune); peptídeos neuroativos (endorfinas, as encefalinas); peptídeos com propriedades antioxidantes (a carnosina) e peptídeos com propriedades sensoriais e flavorizantes (aspartame).

Os resultados de testes de biopeptídeos em condições comerciais e de pesquisa foram analisados por Tibbetts (2000). Os resultados indicam que este produto pode, não somente substituir algumas importantes fontes protéicas tradicionais, incluindo aquelas de origem animal, mas, em muitos casos, ser superior a estas proteínas para leitões. O autor relata que, em dietas complexas, os biopeptídeos parecem propiciar um desempenho igual ou melhor que a proteína animal em dietas equivalentes.

2.2.2.3 Inositol

De acordo com Murray et al. (1988), o inositol está presente como o esteroisômero mioinositol e é classificado como fosfolípido. O mioinositol livre condensa-se com o CDP-diacilglicerol produzindo o fosfatidilinositol (Champe & Harvey, 1996). Por sua vez, Lehninger et al. (1995) descreveram que fosfatidilinositol quinases específicas convertem o fosfatidilinositol nos seus derivados fosforilados. O fosfatidilinositol e seus produtos fosforilados na membrana plasmática desempenham papel central na sinalização de transdução em eucariotas. Ainda de acordo com Lehninger et al. (1995) e Murray et al. (1988), o fosfatidilinositol-4,5-bisfosfato é clivado a diacilglicerol e inositol-1,4,5-trifosfato, ambos funcionando como segundo mensageiros. Entre os hormônios que atuam através de segundo mensageiros derivados do fosfatidilinositol estão: vasopressina (hepatócito) e o hormônio liberador de tireotrofina (células hipofisárias). Por sua vez, Champe & Harvey (1996) relatam que o fosfatidilinositol é um fosfolípido incomum, pois frequentemente contém ácido esteárico no carbono 1 e ácido araquidônico no carbono 2 e glicerol. Assim, o fosfatidilinositol serve como um reservatório de ácido araquidônico nas membranas, fornecendo substrato para síntese de prostaglandina. Entre as ações das prostaglandinas citam-se alterações fluxo sanguíneo (órgãos), contração músculo liso (útero), inflamação e outros.

2.2.2.4 Glutamina

Dentre os 20 aminoácidos conhecidos, o ácido glutâmico é classificado como aminoácido de cadeia lateral ácida (doador de próton). Em pH neutro, a cadeia lateral está completamente ionizada, contendo um grupo carboxilato negativamente carregado (-COO⁻). Assim, quando o ácido glutâmico está

dissociado (pH neutro), é denominado glutamato. A glutamina é o resultado da adição de um grupo amônia ao glutamato (Champe & Harvey, 1996).

Os aminoácidos são descritos por Murray et al. (1988) como sendo nutricionalmente essenciais ou indispensáveis e não essenciais ou dispensáveis. Dentro deste contexto nutricional, estes termos estão corretos, mas eles mascaram o caráter biologicamente essencial dos 20 aminoácidos.

Champe & Harvey (1996) relatam que uma das principais funções da glutamina é o transporte de amônia pela circulação. A glutamina é a principal fonte de remoção de amônia do cérebro.

Além disso, Ribeiro & Rudnik (2002), abordando a modulação nutricional e resposta imunológica, descreveram também que a glutamina é um importante combustível para macrófagos, linfócitos, neutrófilos e enterócitos, com importante função imune.

O extrato intracelular de levedura é um ingrediente complexo, cujos componentes (nucleotídeos, peptídeos bioativos, inositol, gluamina etc) têm diversas atuações e funções no organismo. Porém, só recentemente, pesquisadores têm buscado determinar os efeitos destes componentes sobre o desempenho animal. As pesquisas com nucleotídeos para produção animal (suínos) somente tiveram início em 2004 quando foi determinada a sua concentração no leite da porca (Mateo et al., 2004). Assim como as pesquisas com nucleotídeos, o extrato intracelular de levedura é um ingrediente relativamente novo, com poucas pesquisas publicadas até hoje. Alguns comunicados com os resultados são apresentados a seguir.

A associação da proteína do plasma obtida por “spray-dried” e do extrato intracelular de levedura foi avaliada por Mahan & Tibbetts (2000), que pesquisaram se esta associação produz melhor resultado do que quando fornecidos isolados, para leitões desmamados aos 21 dias de idade, durante a fase I (0 a 14 dias) pós-desmama. As dietas consistiam de tratamento controle

(com 6% de plasma e 0% extrato, tratamento com 4% de plasma e 2% do extrato, tratamento com 2% de plasma e 4% do extrato e tratamento com 0% de plasma e 6% do extrato intracelular de levedura. Os animais foram alimentados com a mesma dieta na fase II. Os resultados obtidos demonstraram que o ganho de peso, o consumo de ração e conversão alimentar não foram influenciados pela fonte protéica (extrato intracelular de levedura ou plasma) tanto na fase I ou II. Maribo (2001) avaliaram o extrato intracelular de levedura como substituto parcial da farinha de peixe em uma granja comercial. Os leitões receberam uma dieta na maternidade, controle e teste (extrato intracelular de levedura com 2,5%). Aos 28 dias os leitões foram desmamados e passaram a receber dieta fase I controle e teste (extrato intracelular de levedura com 2,5%) até a 7 semana, quando passaram a receber a da fase II controle e teste (extrato intracelular de levedura com 2,5%). Os resultados demonstraram não haver diferenças entre os tratamentos. Por sua vez, Maribo & Spring (2003) repetiram o mesmo experimento anterior. Os resultados obtidos demonstraram que o extrato intracelular de levedura melhorou o ganho de peso e consumo de ração e mortalidade. A conversão alimentar não foi alterada. Hunziker & Spring (2002) avaliaram o EIL (4%) substituindo o farelo de soja (dieta controle). A duração do teste foi de 28 dias (fase I de 1 a 14 dias e fase II de 15 a 28 dias). Os resultados demonstraram que o EIL melhorou a conversão alimentar.

Apesar dos poucos conhecimentos sobre o extrato intracelular de levedura, os comunicados acima demonstram que esta pode ser uma fonte segura para substituir as fontes protéicas animais. Necessita apenas melhor compreensão sobre os componentes deste ingrediente e qual a melhor forma para incluí-lo na ração.

2.3 Influência das Dietas sobre o Peso dos Órgãos

Um dos principais problemas no imediato período pós-desmama é o baixo desempenho durante a transição de uma dieta líquida para uma dieta seca (Efird et al., 1982a).

Este baixo desempenho é associado, por muitos pesquisadores, ao ainda imaturo sistema digestivo dos leitões. O fornecimento de ração aos leitões após uma semana de idade procura estimular o desenvolvimento do sistema digestivo para que, à desmama, o animal esteja apto a digerir os nutrientes da dieta; sendo este desenvolvimento relacionado com o peso dos órgãos.

Assim, Passillé et al. (1989) relatam que, os leitões que receberam alimentação no “creep” (a partir dos 10 dias) até 21 dias de idade, os que cresceram mais rápido e apresentaram o trato digestivo mais desenvolvido foram aqueles com maior frequência e tempo de duração da visita ao comedouro.

O método de intubação gástrica foi utilizado por Kelly et al. (1991a,b) para verificar efeito da desmama e da suplementação contínua ou restrita de nutrientes sobre o desenvolvimento dos órgãos digestivos de leitões desmamados aos 14 dias de idade. No primeiro trabalho, os leitões foram desmamados aos 14 dias de idade e receberam suplementação contínua ou restrita de nutrientes. Neste caso não houve efeito diferença no peso do pâncreas (expresso em g/kg de peso vivo). No segundo trabalho, os autores compararam o desenvolvimento dos órgãos digestivos em leitões criados pela porca e abatidos aos 14 dias de idade (14SR), desmamados aos 14 dias e recebendo alimentação contínua, sendo abatidos com 3 (3W), 5 (5W) e 7 (7W) dias pós-desmama, e criados pela porca e abatidos aos 22 dias de idade (22 SR). O peso do pâncreas foi influenciado pelos tratamentos 5W e 7W. Os autores concluíram que pode haver interação entre consumo de ração e desenvolvimento do trato digestivo

(anatomia, morfologia e função), mas que a resposta adaptativa também está presente e é independente do consumo de ração.

Nesta linha de pesquisa, Efird et al. (1982a), comparando leitões criados com a porca sem acesso a alimento e outros desmamados aos 16 dias de idade e recebendo dieta com proteína de leite na forma líquida e seca, concluíram que os leitões desmamados apresentaram maior peso do pâncreas que leitões criados pela porca e que não houve diferença do peso do pâncreas entre as idades de abate quando os leitões estavam com a porca.

Efird et al. (1982b) conduziram dois experimentos com leitões desmamados aos 21 dias de idade e que receberam dietas com 24% de proteína do leite ou proteína da soja. Os leitões foram sacrificados aos 7, 14 e 21 dias pós-desmama e, em ambos os experimentos, o peso do pâncreas foi maior para animais que receberam dieta contendo proteína de soja. Por sua vez, Makkink et al. (1994), trabalhando com leitões desmamados aos 28 dias, concluíram que o peso do estômago não foi influenciado pela fonte protéica, porém, o peso do pâncreas foi afetado pela fonte protéica, sendo que os animais que receberam dietas contendo concentrado protéico de soja e farinha de peixe apresentaram pâncreas mais pesado, comparado aos que receberam farelo de soja aos 3 dias pós-desmama. Aos 6 dias pós-desmama, não houve diferença entre os peso do pâncreas para os diversos tratamentos. À idade de 10 dias pós-desmama, leitões alimentados com concentrado protéico de soja e farinha de peixe apresentaram, respectivamente, peso mais alto e mais baixo de pâncreas. Efird et al. (1982b) e Makkink et al. (1994) associam o desenvolvimento (capacidade de secreção de enzimas) do pâncreas ao seu peso (relativo), sendo a fonte protéica um dos fatores relacionando a este desenvolvimento.

Nesta linha de pesquisa, Ferreira (1999) e Teixeira (1999), ambos trabalhando com dietas simples (milho e farelo de soja) e complexa (milho,

farelo de soja, farinha de peixe e leite em pó), concluíram que as dietas complexas apresentaram o menor peso de pâncreas.

Com relação ao peso do pâncreas, Owsley et al. (1986) não encontraram efeito na adição de gordura ou soro de leite na dieta sobre o peso (absoluto) do pâncreas. Resultado semelhante foi obtido por Lindemann et al. (1986), em que a adição de 20% de soro de leite à dieta não influenciou o peso do pâncreas para leitões desmamados aos 28 dias de idade e abatidos entre 35 e 42 dias de idade. Cera et al. (1990) determinaram que o peso relativo do pâncreas foi maior aos 35 dias de idade, para leitões desmamados aos 21 dias e que receberam dieta contendo soro de leite que para aqueles criados pela porca. Soto (1999) encontrou uma redução no peso do pâncreas (relativo e total) quando substituiu o farelo de soja da dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade por levedura, e Silz (2000) encontrou que a substituição da proteína do leite pelo isolado protéico de soja não alterou o peso do pâncreas aos 35 dias de idade.

McCracken et al. (1995), comparando dieta líquida à base leite (sucedâneo leite) com dieta complexa (milho e farelo de soja), concluíram que o peso do fígado foi maior para dieta contendo leite, porém o peso do baço não foi afetado pelos tratamentos. Recentemente, Costa et al. (2003) demonstraram que a dieta, mas não os palatabilizantes, influencia o peso do pâncreas, sendo que as dietas simples (milho e farelo de soja) apresentaram pâncreas mais pesados.

Desta forma, pode-se concluir que os pesos dos órgãos são influenciados pela fonte protéica e que animais alimentados com proteínas de origem animal apresentam pesos menores que aqueles alimentados com proteína de origem vegetal.

2.4 Influência das Dietas sobre as Concentrações de Insulina e Glicose

O crescimento animal é uma função direta do crescimento dos tecidos, que, por sua vez, é dependente da taxa e extensão da hipertrofia e hiperplasia das células que compõem o respectivo tecido. A hipertrofia celular ocorre como resultado da apreensão de nutriente pela célula e balanço entre os processos anabólicos e catabólicos que regulam a adição de materiais componentes e estruturais da célula. Sabe-se que a disponibilidade, apreensão e metabolismo intracelular dos nutrientes são marcadamente influenciados pelo sistema endócrino (Etherton, 1982).

De acordo com Zijlstra et al. (1996), as concentrações hormonais do sistema pancreático indicam se o metabolismo está voltado na direção do anabolismo ou do catabolismo. A insulina estimula o anabolismo pelo aumento da apreensão de aminoácidos dentro das células musculares e síntese protéica e pela estimulação da deposição de gordura. O glucagon estimula o catabolismo pelo aumento da mobilização de estoques de energia. Ambos, insulina e glucagon, são parcialmente dependentes da quantidade de glicose e aminoácidos digeridos e absorvidos.

Burrin et al. (1997) e Davis et al. (1998) relatam que o suíno neonato é caracterizado pela alta eficiência de utilização de nutrientes e rápida taxa de crescimento. A utilização da proteína da dieta para crescimento do tecido magro é associada com alta taxa de síntese e deposição de proteína no músculo esquelético, devido à alta eficiência na utilização dos aminoácidos da dieta e ao estímulo da alimentação.

A síntese de proteína no músculo esquelético é primariamente mediada pela insulina, devido ao seu rápido aumento pela ingestão de alimento, e a utilização de aminoácidos disponíveis para a síntese protéica é maior em leitões mais jovens (Davis et al., 1998; Burrin et al., 1997 e Wray-Cahen et al., 1996).

Embora o hormônio do crescimento (GH, somatotropina ou STH) esteja claramente relacionado com crescimento, a maioria de suas ações é mediada através de hormônios peptídeos, as somatomedinas. Além da importante ação da insulina sobre o metabolismo de carboidratos e gorduras, este hormônio também desempenha um papel importante na regulação do crescimento (Hadley,1996).

A relação da dose resposta do hormônio do crescimento (GH), foi determinada por Etherton et al. (1987) que concluíram o ganho de peso e a eficiência alimentar melhoraram com a administração do GH; a concentração de insulina foi aumentada cerca de 2 vezes, porém sem alterar a concentração de glicose, sugerindo diminuição da sensibilidade dos tecidos para insulina com administração do GH.

A insulina é um dos vários hormônios requeridos para o crescimento e desenvolvimento normal. A ação mais importante da insulina é sobre as células hepáticas, células musculares e células do tecido adiposo. Em cada caso, o efeito da insulina é o de aumentar a apreensão da glicose dentro da célula na qual é metabolizada e estocada como glicogênio ou utilizada como substrato energético na síntese de proteínas e gorduras. A insulina estimula o transporte ativo de glicose e aminoácidos para dentro da célula e, por um mecanismo desconhecido, a síntese protéica é estimulada. A glicólise e a oxidação fosforilativa dos derivados da glicose fornecem a energia requerida para tais atividades metabólicas (Hadley,1996).

Cheek & Graystone (1978), citados por Etherton (1982), relatam que a insulina tem ações diversas, desde efeitos agudos, tais como, a estimulação do transporte de glicose, bem como efeitos a longo prazo, como o aumento na taxa de síntese de proteína e lipídeos.

O efeito da dieta sobre a composição sanguínea de leitões foi estudado por Etheridge et al. (1984), que determinaram que os animais que receberam dieta à base de milho e farelo de soja apresentaram o menor ganho de peso e o

mais baixo nível de glicose, comparados com os animais que receberam dietas à base de aveia + caseína e leitões lactentes.

McCracken et al. (1995) e Rodas et al. (1995) estudaram, respectivamente, o efeito da substituição do farelo de soja pelo plasma suíno e leite em pó em dietas de leitões, sobre os níveis de insulina e glicose. O plasma não alterou a concentração de glicose e de insulina, sendo que, neste caso, os leitões que receberam farelo de soja apresentaram níveis maiores de insulina. Os níveis de glicose e insulina foram maiores para leitões que receberam leite em pó, porém os níveis de glicose caíram em ambos os tratamentos.

A relação insulina / glucagon foi estudada por Zijlstra et al. (1996), em leitões que a partir de 18 dias de idade foram submetidos a três tratamentos: leitões lactentes (permaneceram com a mãe), leitões que receberam substituto do leite e leitões que receberam dieta inicial, e concluíram que não houve alteração significativa nos níveis de insulina, glucagon e na relação insulina / glucagon.

Estudando a suplementação de aminoácidos em dietas de leitões, Li et al. (1998), concluíram que não houve efeito do tratamento sobre os parâmetros de glicose e insulina.

Por sua vez, Nikolic et al. (1993) avaliaram a concentração de insulina nas condições pré e pós-prandial e concluíram que a resposta da concentração de insulina foi estatisticamente significativa para a alimentação (pós-prandial). Nesta linha de pesquisa, Costa et al. (2003) avaliaram o efeito de dietas (simples e semi-complexas) e palatabilizantes sobre os níveis de insulina e glicose pré e pós-prandial em leitões desmamados aos 23 dias de idade. Os autores concluíram que não houve efeito dos tratamentos sobre os níveis de insulina e glicose, mas a insulina foi maior na condição pós-prandial.

2.5 Influência das Dietas sobre a Resposta Imune

Devido à complexidade do sistema imune, o efeito de sua ativação pode ser mensurado através de diversas variáveis (imunoglobulinas, citocinas etc.).

Inicialmente, Silva e Mota (2003) definem a função do sistema imune como a eliminação de moléculas estranhas independentemente dessas serem patológicas ou inócuas, a fim de manter a homeostasia do sistema. Assim, o sistema imune é formado por células específicas para o antígeno, representadas pelos linfócitos timo-dependentes (ou linfócitos T) ou linfócitos B (B de bursa, nas aves, e de “bone marrow” ou medula óssea, nos mamíferos). Desde que os linfócitos são parte de uma cadeia conectada de células, todo o sistema é perturbado, iniciando-se uma série de reações que buscam restabelecer a homeostasia inicial.

Essas reações, em seu conjunto, constituem o que se denomina classicamente de resposta imune. A perturbação do sistema imune por um antígeno resulta em dois tipos de resposta imune, em uma delas ocorrendo ativação dos linfócitos B com produção de anticorpos – resposta humoral; e, na outra, ativação dos linfócitos T – resposta celular. Porém, a resposta dos linfócitos B a um grande número de antígenos depende da atividade reguladora dos linfócitos T (Silva & Mota, 2003).

Quando os linfócitos B são ativados, eles se dividem e diferenciam, originando os plasmócitos que sintetizam e secretam anticorpos intensamente (velocidade calculada em 2.000 moléculas por segundo). Quando os linfócitos T são ativados, eles também se dividem e diferenciam em células efetoras que secretam substâncias solúveis – as citocinas – que atuam nas reações de imunidade celular. Os linfócitos T, que se diferenciam no timo, compreendem várias populações, entre as quais incluem os linfócitos auxiliares da resposta

imune, os linfócitos supressores e linfócitos com atividade citotóxicas (Silva & Mota, 2003).

Os autores ainda relatam que a interação dos linfócitos T e das citocinas com os linfócitos B na resposta imune (produção de anticorpos) pode ser observada em várias fases desta resposta. Os linfócitos T auxiliam os linfócitos B na produção de anticorpos através dos linfócitos T auxiliares (Th). Além disso, quando os linfócitos Th interagem com os linfócitos B, estes secretam citocinas que induzem os linfócitos B a se multiplicarem e diferenciarem. Além dos linfócitos Th e citocinas, os macrófagos também auxiliam os linfócitos B na produção dos anticorpos. Algumas citocinas relacionadas com a produção de anticorpos são: Interleucina 1 (IL-1), IL-2 (atua sobre os linfócitos Th – proliferação), IL-4, IL-5, e IL-6; Fator Necrosante de Tumores (TNF), que em baixas concentrações estimula síntese de IL-1 e produção de anticorpos pelos linfócitos B, porém em altas concentrações induz a febre e imunodeficiência.

Reyero et al. (1979) afirmavam que os leitões são imunologicamente incompetente em dois momentos de sua vida: entre a 2^a e 4^a semana de vida, quando a imunidade passiva está declinando e seu sistema imune ainda é lento na produção de anticorpos, e durante o período de desmama. Atualmente, com a desmama antecipada, dois fatores relacionados com a imunidade dos leitões atuam simultaneamente – desmama e redução das imunoglobulinas maternas. Desse modo, as pesquisas buscam descobrir quais e como os ingredientes podem estimular a imunidade dos leitões melhorando o desempenho e reduzindo a mortalidade.

Uma vez que, na desmama, o leitão está sujeito ao estresse, e com isto o aumento da taxa de oxidação, buscou-se relacionar a dieta com a resposta imune, através da suplementação dos níveis dietéticos com vitamina E e selênio (Se). Nesta linha de pesquisa, Peplowski et al. (1981), avaliando vitamina E e Se na dieta e injetável, observaram que para as duas primeiras semanas o Se dietético

e injetável (associado ou não à vitamina E) influenciou a resposta imune (hemaglutinação), porém a vitamina E por si não alterou a resposta imune, embora quando associado ao Se tenha obtido resposta imune igual ao Se (isolado) e ao tratamento controle. Para as duas semanas finais de avaliação, o Se dietético falhou em melhorar a resposta imune, porém, quando injetado ou associado a vitamina E, melhorou a resposta imune. A vitamina E injetável ou dietética (associada ou não) promoveu melhora na resposta imune. Para o período total do teste, a associação de vitamina E e Se (dietético ou injetável) apresentou os melhores resultados para resposta imune e ambos isolados apresentaram os mesmos resultados, melhorando a resposta imune quando comparados com o controle. Por sua vez, Bonnette et al. (1990a), avaliando vários níveis de suplementação de vitamina E e a temperatura ambiente da creche, e Bonnette et al. (1990b), avaliando idade à desmama e vitamina E não observaram efeito da vitamina E sobre a resposta imune dos leitões.

O tipo de dieta (simples ou complexas) foi avaliado para determinar qual o impacto sobre o sistema imune. Assim, Crenshaw et al. (1986) avaliaram o efeito de diferentes dietas (complexa, simples adequada e simples inadequada - 14%PB) sobre a resposta imune de leitões desmamados às 2 ou 3 semanas de idade. Os resultados obtidos indicaram que não houve efeito dos tratamentos sobre a resposta imune (título de anticorpos). Nesta mesma linha de pesquisa, Dritz et al. (1996) avaliaram o efeito de dietas (simples, “semi-complexas” e complexas), em leitões desmamados aos 14 dias e desafiados com membrana lipopolissacáride de *Escherichia Coli* (LPS), sobre os níveis de haptoglobina. Os autores observaram que não houve efeito dos tratamentos sobre a concentração sérica de haptoglobina. Por sua vez, van Heugten et al. (1994) avaliaram os níveis protéicos da dieta (60, 100 e 120% do recomendado), para leitões desmamados aos 21 dias de idade. O desafio imune foi realizado com injeções

de hemácias de carneiro e a resposta imune medida através da hemaglutinação. Os autores não observaram efeito dos tratamentos sobre a resposta imune.

Os efeitos das fontes de energia (amido ou óleo) sobre a resposta humoral foram avaliados por van Heugten et al. (1996), através do desafio com hemácias de carneiro ou ovoalbumina, sobre leitões desmamados aos 21 dias de idade. A resposta imune foi mensurada através do título de hemaglutinação e os autores não observaram diferenças entre as fontes de energia sobre a resposta imune humoral. Por sua vez, Spurlock et al. (1997) avaliaram o efeito de duas fontes de energia (milho convencional e milho alto óleo) sobre o sistema imune de animais de 23 kg de peso vivo. Os autores não observaram efeito dos tratamentos sobre os parâmetros imunológicos avaliados (prostaglandinas imunoreativas e glicoproteína ácida). Nesta linha de pesquisa, Gaines et al. (2003) avaliaram os efeitos da dieta (simples e complexas) e fonte de óleo (óleo de peixe e milho) sobre o sistema imune de leitões desmamados aos 17 dias e desafiados com LPS (LPS x solução fisiológica). Os resultados obtidos indicam que o óleo de peixe diminui a resposta imune quando a dieta possui fontes protéicas de origem animal. A complexidade da dieta (simples ou complexa) não influenciou a resposta imune, mas os autores acreditam que ela pode comprometer o desempenho dos animais dependendo do “status” imune do rebanho.

Como a glutamina é um importante nutriente para as células que compõem o sistema imune, o efeito de sua suplementação foi avaliado. Kumar et al. (1999) avaliaram o efeito da suplementação oral do ácido glutâmico, em ratos machos albinos (Sprague Dowley) e mantidos em condições de pressão atmosférica normal (normoxia) ou hipóxia (alta altitude – baixa pressão atmosférica). Os animais foram desafiados com hemácias de carneiro. Os resultados obtidos demonstraram um aumento marginal nos títulos de anticorpos em animais mantidos em condições de normoxia e aumento significativo nos

títulos de anticorpos quando os animais encontravam-se em condições de hipóxia.

Por sua vez, Yu et al. (2002) avaliaram o efeito da combinação de glutamina (1,0 e 1,5%) e de nucleotídeos (500 e 1.000 ppm) sobre a resposta imune de leitões às 4 semanas e desafiados com lipopolisacáride. Os autores concluíram que a glutamina (1,0%) associada aos nucleotídeos aumentou a concentração de IgG. Porém, Yi et al. (2005) avaliaram o efeito da glutamina e plasma obtido por “spray-dried” sobre a resposta imune (IgG) em leitões desmamados aos 17 dias e desafiados com *Escherichia coli* K88. Os tratamentos foram dieta controle complexa (soro, farinha peixe e farinha de sangue), dieta contendo plasma animal (7%) e dieta contendo glutamina. Os resultados obtidos demonstraram que não houve efeito das dietas sobre a resposta imune (IgG).

Mais recentemente, os pesquisadores buscaram avaliar o efeito do plasma animal sobre o sistema imune. Assim, Touchette et al. (2002) avaliaram o efeito do plasma obtido por “spray-dried” (0 ou 7%) em leitões desmamados aos 14 dias de idade e desafiados ou não (lipopolisacáride x solução salina). Os parâmetros avaliados foram fator necrosante de tumores e interferon séricos, além da dosagem de mRNA em diversos órgãos. Pelos resultados obtidos, os autores concluíram que os parâmetros imunológicos foram deprimidos pelo plasma, deixando até mesmos os animais susceptíveis a desafios imunológicos. Porém, segundo os autores, a redução na ativação do sistema imune pode ser o mecanismo pelo qual o consumo de ração e taxa de crescimento sejam melhorados quando o plasma é incluído nas dietas pós-desmama.

Bosi et al. (2004) avaliaram o efeito do plasma obtido por “spray-dried” e farinha de peixe em dietas medicadas ou não sobre a resposta imune de leitões desmamados aos 21 dias. Os animais foram desafiados com *Escheria coli* K88 (oralmente 10^{10} bactérias por mililitro) e a resposta imune foi avaliada através da análise do nível de mRNA para citocinas. Os resultados demonstraram que

expressão do fator necrosante de tumores alfa (TNF- α) e interleucina 8 foram maiores para farinha de peixe que para os animais que receberam plasma. Os autores concluíram que o plasma diminui a expressão de citocinas inflamatórias no intestino.

Porém, Frank et al. (2003) avaliaram o efeito do plasma obtido por “spray-dried” (0 e 7%) e da temperatura ambiente (termo neutro ou estresse térmico – 15,6° C), sobre a resposta imune em leitões desmamados aos 17 dias de idade e desafiados com lipopolisacáride. Os resultados demonstraram que a proteína C reativa foi maior para os animais que receberam plasma e a haptoglobina não foi influenciada pelos tratamentos. O fator necrosante de tumores alfa (TNF α) foi maior para os animais que receberam plasma em estresse térmico, mas não houve diferença no ambiente termo neutro. Os níveis de interleucina 6 foi maior para animais que receberam plasma e interleucina 1 β tendeu a ser maior para animais alimentados com plasma comparando com os animais que receberam dietas sem plasma. Os autores concluíram que os animais que receberam plasma tiveram aumento maior de cortisol e citocinas, o que pode afetar negativamente o crescimento dos animais.

A relação entre o sistema adrenal somatotrópico e o sistema imune foi avaliada por Wright et al. (2000), em leitões desmamados aos 21 dias de idade e desafiados com lipopolisacáride intra-peritonealmente (100 μ g/kg). Os autores observaram que, quando desafiados, houve redução nos níveis de IGF – I e consumo de ração, o que pode explicar baixo desempenho em animais sem sinais clínicos de doença.

Conforme pode ser observado, não há um consenso sobre a influência das dietas e dos componentes da dieta sobre o sistema imune. Mesmo os pesquisadores que concluíram que dieta ou seus componentes podem influir positivamente sobre o sistema imune e desempenho dos animais, não possuem uma explicação de como seria o mecanismo de ação da dieta ou componente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Época do Experimento

O experimento foi conduzido na Granja Recanto, da Riber Gen Genética, em Patos de Minas – MG, com as coordenadas geográficas de 18°34'35" de latitude Sul e 46°30'56" de longitude Oeste de Greenwich, no período de dezembro 2004 a janeiro de 2005. As temperaturas médias durante o experimento foram de 30°C (máx.) e 23°C (mín.) e 76 % umidade relativa.

3.2 Dietas Experimentais e Tratamentos

Nos dois ensaios realizados neste experimento, foram utilizados sete tratamentos, sendo uma dieta controle, duas fontes protéicas e três níveis de inclusão da cada fonte. A dieta experimental controle foi constituída de milho, farelo de soja e produtos lácteos (soro de leite e lactose). As duas fontes protéicas testadas (plasma animal - PA e extrato intracelular de levedura - EIL) foram adicionados a dieta nas proporções de 2, 4 e 6%. As dietas experimentais foram todas isoprotéicas e isocalóricas, sendo que aminoácidos sintéticos foram adicionados às dietas para proporcionar o mesmo perfil de aminoácidos. O caulim foi adicionado para ajustar as dietas.

As dietas foram fareladas e formuladas para atender, no mínimo, as exigências do NRC (1998), contendo 21,5% PB e 3600 kcal ED/kg, e suplementadas com vitaminas e minerais. A composição química dos ingredientes e a composição percentual das rações experimentais encontram-se nas tabelas 1 e 2, respectivamente.

As rações foram fornecidas duas vezes ao dia, procurando evitar que sobras de um dia para outro prejudicassem o consumo dos animais.

TABELA 1 – Composição bromatológica dos ingredientes usados na fabricação das rações experimentais.

Ingredientes	Composição ¹										
	Matéria Seca (%)	Proteína Bruta (%)	Extrato Etéreo (%)	E. D. (kcal/kg)	Calcário (%)	Fósforo Disp. (%)	Lisina Disp. (%)	Met+Cist Disp (%)	Treonina Disp (%)	Triptofano Disp. (%)	Lactose (%)
Milho ²	87	8,57	3,46	3.476	0,03	0,08	0,2	0,33	0,29	0,05	-
Farelo de Soja ²	88,1	45,5	1,38	3.421	0,32	0,19	2,49	1,06	1,57	0,56	-
Lactose ³	-	-	-	4.061	-	-	-	-	-	-	98
Soro de Leite ³	96,5	11	5	3.900	0,58	0,64	0,73	0,36	0,53	0,13	70
Calcário ⁴	-	-	-	-	38,4	-	-	-	-	-	-
Calprona PP6 ⁵	-	-	-	-	25	6	-	-	-	-	-
Fosfato Bicálcico ³	-	-	-	-	24,8	18,5	-	-	-	-	-
Óleo de Soja ⁴	-	-	99	8.469	-	-	-	-	-	-	-
Plasma Animal ³	92	78	0,3	4.108	0,15	1,18	5,68	2,94	3,72	1,00	-
EIL ³	94	50	0,2	6.568	0,05	1,53	2,08	0,9	1,52	0,38	-
Lisina ³	-	93,4	-	4.730	-	-	78	-	-	-	-
Metionina ³	-	58,1	-	5.750	-	-	-	99	-	-	-
Treonina ³	-	72	-	3.975	-	-	-	-	98	-	-
Triptofano ³	-	84	-	6.640	-	-	-	-	-	98	-
Acid all ⁶	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ Valores expressos em matéria natural.

² Valores segundo análises laboratoriais (Multimix – Campinas – SP).

³ Valores de acordo com o fabricante.

⁴ Valores de acordo com o Rostagno et al. 2000.

⁵ Sal-ácido de cálcio, produzido a partir dos ácidos fosfórico, fórmico, acético, propiônico, cítrico e seus sais de cálcio. Valores segundo fabricante.

⁶ Ácidos sórbico, fosfórico, láctico, fumárico, propiônico, cítrico, silicatos, aditivo aromatizante, veículo q.s.p.

TABELA 2 - Composição percentual e bromatológica das rações experimentais.

Ingrediente	Rações						
	Dieta controle	PA ¹ 2%	PA 4%	PA 6%	EIL ² 2%	EIL 4%	EIL 6%
Milho	41,73	43,97	46,31	48,55	43,84	45,96	44,70
F. de Soja	36,10	32,40	28,70	25,00	33,50	30,80	28,80
Lactose	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Soro de Leite	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
Calcário	-	0,10	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30
Calprona PP6	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
F. Bicálcico	1,30	1,20	1,10	1,00	1,10	1,00	0,80
Ôx. Zinco 73%	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Caulim	-	-	-	-	-	-	1,63
Sal Comum	0,45	0,35	0,24	0,14	0,37	0,28	0,20
Óleo Soja	4,46	4,10	3,74	3,39	3,09	1,72	1,50
Plasma Animal	-	2,00	4,00	6,00	-	-	-
EIL	-	-	-	-	2,00	4,00	6,00
Lisina	0,29	0,26	0,23	0,20	0,31	0,34	0,35
Metionina	0,19	0,16	0,14	0,11	0,190	0,20	0,20
Treonina	0,08	0,06	0,04	0,01	0,09	0,09	0,10
Triptofano	-	-	-	-	0,01	0,01	0,02
Supl. Vitamínico ³	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Supl. Mineral ⁴	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Acid All	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Valores calculados:							
P. Bruta (%) ⁵	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5	21,5
Cálcio (%) ⁵	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Fos. Tot (%) ⁵	0,68	0,68	0,67	0,66	0,68	0,67	0,66
Fos Disp. (%) ⁵	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45
E.D (kcal/kg) ⁵	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600	3.600
Lis. Dig (%) ⁵	1,27	1,28	1,28	1,28	1,27	1,27	1,27
M+C Dig. (%) ⁵	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Treo. Dig (%) ⁵	0,81	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
Trip. Dig (%) ⁵	0,23	0,23	0,24	0,24	0,23	0,23	0,23
Sódio (%) ⁵	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29
Lactose (%) ⁵	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00

¹ PA = Plasma Animal

² EIL = Extrato Intracelular de Levedura

³ Vit. A (2.000.00 UI), Vit. D₃ (340.000 UI), Vit. E (4.000 mg), menadiona (1.000 mg), tiamina (130 mg), riboflavina (1.330 mg), piridoxina (150 mg), niacina (10.000 mg), pantot. de cálcio (5.000 mg), ácido fólico (60 mg), biotina (40 mg), Vit. B₁₂ (7.000 mcg), colina (65.000 mg), antioxidante (3.000 mg), antibiótico (15.000 mg), quimioterápico (15.000 mg), veículo q.s.p. (1.000 g) adquiridos da Máster Nutrição Animal.

⁴ Ferro (40.000 mg), Cobre (10.000 mg), Manganês (70.000 mg), Zinco (100.000 mg), Iodo (1.500 mg), Veículo q.s.p (1.000 g), adquiridos da Máster Nutrição Animal.

⁵ Valores calculados

3.3 Ensaio I - Desempenho

3.3.1 Animais, Instalações e Período Experimental

Foram utilizados 462 leitões híbridos (machos e fêmeas) de duas linhagens da Riber Gen. No dia do desmame, realizado aos 21 dias de idade, os leitões foram pesados e transferidos da unidade de maternidade para a unidade de creche sendo alojados em baias suspensas medindo 1,2m x 2,4m, com piso aquecido, comedouro de alvenaria e bebedouro tipo chupeta. Os animais foram distribuídos por sorteio para os 7 tratamentos, com 6 repetições; e a parcela experimental composta de 11 animais. O período experimental teve duração de 21 dias. A temperatura ambiente era controlada por janelas e cortinas. As instalações utilizadas neste ensaio são mostradas nas Figuras 1 e 2.

3.3.2 Parâmetros Avaliados

O experimento de desempenho zootécnico teve a duração de 21 dias, durante os quais foram avaliados os seguintes parâmetros: ganho de peso médio diário, consumo médio diário de ração, conversão alimentar, eficiência de utilização da proteína (EUP) e eficiência de utilização de energia (EUE). A eficiência de utilização de proteína foi avaliada com base na relação entre o ganho de peso médio diário (kg) e o consumo médio diário de proteína (kg); em que consumo médio de proteína é igual ao consumo de ração (kg) multiplicado pelo percentual de proteína bruta da ração. A eficiência de utilização de energia foi avaliada com base na relação entre o ganho de peso médio diário (kg) e o consumo diário de energia (cal), em que o consumo diário de energia é igual ao consumo de ração (kg) multiplicado pela energia da ração e dividido por 1000.



Figura 1: Visão das baias (ensaio I)



Figura 2: Visão ampla da sala (ensaio I)

3.3.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, com duas fontes de proteína (plasma e EIL) e três níveis (2, 4 e 6%) de inclusão da fonte protéica a ser testada e um tratamento controle sem plasma e sem EIL. Os blocos foram utilizados para controlar as diferenças iniciais de peso.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j + FN_{ij} + A_i\alpha_i^j + B_k + e_{ijkl}$$

em que:

Y_{ijkl} é o valor observado na parcela l , submetida à fonte protéica i , no nível j , do bloco k ;

μ é a constante associada a todas as observações;

F_i é o efeito da fonte de proteína i , com $i = 1, 2$;

N_j é o efeito do nível de inclusão j da fonte protéica, com $j = 2, 4$ e 6% ;

FN_{ij} é o efeito da interação da fonte de proteína com o nível de inclusão;

$A_i\alpha_i^j$ é o efeito do tratamento adicional (dieta controle), sendo:

$$\alpha_i^j = 1, \text{ se } i \neq 1, 2;$$

$$\alpha_i^j = 0, \text{ em outros casos};$$

B_k é o efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3, 4, 5$;

e_{ijkl} é o erro experimental associado a cada observação que, por hipótese, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAS (1999), sendo as médias comparadas por regressão nos casos em que os níveis foram significativos e pelo teste F nos demais tratamentos. Nos casos em que foi utilizada a regressão, utilizou-se os dados da dieta controle como nível zero tanto de plasma como de EIL.

3.4 Ensaio II - Respostas Fisiológicas

3.4.1 Animais, Instalações e Período Experimental

Outros 105 animais, também híbridos das mesmas linhagens e local, e desmamados também aos 21 dias de idade, foram alojados em baias de piso plástico, com comedouro de metal e bebedouro tipo chupeta, com aquecimento ambiental. Os animais foram casualizados para os mesmos 7 tratamentos, com 3 repetições; e a parcela experimental composta de 5 animais. Devido aos abates semanais (7, 14 e 21 dias), restaram, para as dosagens de insulina, glicose e imunoglobulina, 2 animais por parcela experimental. Uma repetição do tratamento controle foi perdida devido a problemas sanitários (diarréia), que afetou a maioria dos animais. O período experimental foi de 21 dias para o peso dos órgãos e de 28 dias para dosagem de glicose, insulina e imunoglobulina. Para insulina e glicose e para resposta imune foram usados 42 animais, 6 por tratamento. As instalações utilizadas neste ensaio são mostradas nas Figuras 3 e 4.

3.4.2 Parâmetros Avaliados

3.4.2.1 Peso dos Órgãos Internos

Ao final de cada semana do experimento (7, 14 e 21 dias), um animal (com o peso mais próximo do peso médio da sua baia) foi sacrificado, depilado e, após efetuar o fechamento do piloro e da válvula íleo-cecal, foi eviscerado, procedendo-se a pesagem de órgãos internos (baço, estômago, fígado, pâncreas e rins). Os pesos obtidos foram transformados em peso relativo como percentual do peso vivo ($\text{peso do órgão/peso vivo} \times 100$), sendo estes dados utilizados nas análises estatísticas.



Figura 3: Visão das baias (ensaio II)



Figura 4: Visão ampla da sala (ensaio II)

3.4.2.2 Dosagem de Glicose e Insulina

As dosagens de insulina e glicose foram realizadas no final do experimento (28 dias), sendo efetuadas nas condições de jejum (pré-prandial) e após a realimentação (pós-prandial). A coleta pré-prandial foi realizada após jejum de 16 horas e coleta pós-prandial após 4 horas da realimentação.

A coleta do plasma sanguíneo foi feita segundo a metodologia descrita por Evock-Clover et al. (1993), em frascos contendo anti-coagulante (EDTA - Hemstab[®], 10g/200ml), sendo que as amostras foram obtidas pela punção do sinus orbital, segundo metodologia descrita por Friend & Brown (1971). O plasma foi obtido pela centrifugação das amostras em centrífuga Excelsa Baby II 206R e congelado a 20° C negativos para posterior análise de insulina e glicose.

As análises de glicose foram feitas utilizando-se o kit enzimático GLICOSE PAP LIQUIFORM[®] da Labtest Diagnóstica. O princípio do teste é a oxidação da glicose pela glicose oxidase, que forma o ácido glucônico + peróxido de hidrogênio. Por sua vez, o peróxido de hidrogênio reage com aminoantipirina e fenol formando uma antipirilquinonimina vermelha, cuja intensidade de cor é proporcional à concentração de glicose. A leitura do resultado foi feita em espectrofotômetro E – 225 D CELM.

As análises de insulina foram feitas com kit Coat-a-Count (DPC MEDLAB PRODUTOS MÉDICO-HOSPITALARES LTDA), seguindo a metodologia descrita por Resende Jr (1999).

3.4.2.3 Dosagem de Imunoglobulinas (IgG)

Para medir o efeito dos tratamentos sobre a produção de imunoglobulina, o método utilizado foi a sensibilização com hemácias de carneiro. Este método foi escolhido por não interferir no desempenho dos animais, o que acontece quando os animais são desfiados com

lipopolissacarídeos. Esta metodologia foi descrita por vários autores Bonnette et al. (1990), Kumar et al. (1999), Peplowski et al. (1981), Reyero et al. (1979), van Heugen et al. (1994 e 1996). Porém, sempre ocorreu variação na técnica utilizada, desde a dosagem de hemácias (concentração de células/ml ou concentração volume/volume) e local de aplicação (intravenosa, intramuscular e intra-peritoneal).

Assim, em virtude das condições de condução do experimento, optou-se por utilizar uma concentração de 20% de papa de hemácias, sendo a primeira aplicação intra-peritoneal, seguida de mais três aplicações intramusculares em intervalos de uma semana. A coleta de sangue para análise foi realizada 7 dias após a última aplicação. O seguinte protocolo foi utilizado na imunização dos leitões: inicialmente dois carneiros machos foram escolhidos para coleta do sangue em solução de Alsever. O sangue coletado foi lavado e centrifugado (operação repetida 3 vezes) para obter-se papa de hemácias pura. A seguir, esta papa de hemácias foi diluída em solução de Alsever (contendo 10% de formalina 10%) para obter solução de hemácias a 20%. A preparação desta solução foi realizada no dia anterior à imunização dos leitões. Os leitões foram imunizados com a suspensão de hemácias de carneiro previamente padronizada, segundo protocolo adotado (descrito acima). Uma semana após a última dose, foram coletados 20 ml de sangue de cada leitão, por punção da veia jugular, para obtenção do soro, que foi congelado até o momento do uso (dosagem de imunoglobulina).

As dosagens de imunoglobulinas (IgG) foram realizadas através do método imunoturbidimétrico. O método consiste da reação entre o reagente e a imunoglobulina (IgG), formando um imunoprecipitado insolúvel, produzindo turbidez, cuja intensidade aumenta a absorbância e é proporcional à concentração de imunoglobulina da amostra. Para o teste foi utilizado kit comercial Bioclin[®] - imunoglobulina G, e a leitura realizada no equipamento

Bioclin Systems II. Para a realização do teste, preparou-se inicialmente o reagente de trabalho (contendo antisoro anti-IgG), diluído com um tampão. As amostras a serem testadas foram diluídas com salina (diluente). Para realizar as leituras, foi utilizado o calibrador Bioclin Multical[®] diluído com a mesma solução salina das amostras. Esta solução (calibrador e salina) foi diluída em 4 tubos a partir de 1/8 (até 1/128) para montar a curva de calibração. O valor das absorvâncias utilizado para cálculo da concentração de IgG (mg/dl) foi aquele mais próximo da média dos valores das absorvâncias obtidas com o calibrador. O resultado final foi obtido através de uma regra de três, em que a concentração de IgG (X) é igual ao valor da absorvância da amostra a ser testada (AT) multiplicada pela concentração de IgG correspondente à absorvância definida pela média da calibração(IC) e dividido pela absorvância definida pela calibração (AC): $X = AT \times IC / AC$.

3.4.3 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento utilizado para o peso dos órgãos foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 3 + 1, com duas fontes de proteína (plasma e EIL) e três níveis de inclusão (2, 4 e 6%) da fonte protéica a ser testada e um tratamento controle sem plasma e sem EIL, com 3 blocos e 3 épocas de abate (7, 14 e 21 dias). Os blocos foram utilizados para controlar as diferenças iniciais de peso.

Os resultados foram submetidos à análise de variância segundo o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + F_i + N_j + FN_{ij} + A_l \alpha_i^j + B_k + E_l + e_{ijklm}$$

em que:

Y_{ijklm} é o valor observado na parcela m, submetida à fonte protéica i, no nível j, no bloco k e abatido na época l;

μ é a constante associada a todas as observações;
 F_i é o efeito da fonte de proteína i , com $i = 1, 2$;
 N_j é o efeito do nível de inclusão j da fonte protéica, com $j = 2, 4$ e 6% ;
 FN_{ij} é o efeito da interação da fonte de proteína com o nível de inclusão;
 $A_l\alpha_i^j$ é o efeito do tratamento adicional (dieta controle), sendo:
 $\alpha_i^j = 1$, se $i \neq 1, 2$;
 $\alpha_i^j = 0$, em outros casos;
 B_k é o efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3$;
 E_l é o efeito da época de abate, com $l = 1, 2, 3$;
 e_{ijklm} é o erro experimental associado a cada observação NID $(0, \sigma^2)$.

No caso da dosagem de insulina e glicose, o delineamento utilizado foi um DIC em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, com duas fontes de proteína (plasma e EIL) e três níveis de inclusão (2, 4 e 6%) da fonte protéica a ser testada e um tratamento controle sem plasma e sem EIL, sendo utilizadas 3 repetições de 2 leitões cada.

Para a análise dos resultados, utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + N_j + FN_{ij} + A_l\alpha_i^j + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijkl} é o valor observado na parcela k , que recebeu a fonte protéica i e no nível j ;

μ é a constante associada a todas as observações;
 F_i é o efeito da fonte de proteína i , com $i = 1, 2$;
 N_j é o efeito do nível de inclusão j da fonte protéica, com $j = 2, 4$ e 6% ;
 FN_{ij} é o efeito da interação da fonte de proteína com o nível de inclusão;
 $A_l\alpha_i^j$ é o efeito do tratamento adicional (dieta controle), sendo:
 $\alpha_i^j = 1$, se $i \neq 1, 2$;
 $\alpha_i^j = 0$, em outros casos;

e_{ijkl} é o erro experimental associado a cada observação NID $(0, \sigma^2)$.

Para a dosagem de imunoglobulina G, o delineamento utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial $2 \times 3 + 1$, com duas fontes de proteína (plasma e EIL) e três níveis (2, 4 e 6%) de inclusão da fonte protéica a ser testada e um tratamento controle sem plasma e sem EIL, com três blocos. Os blocos foram utilizados para controlar as diferenças iniciais de peso.

Para a análise variância dos resultados, utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j + FN_{ij} + A_i \alpha_i^j + B_k + e_{ijkl}$$

em que:

Y_{ijkl} é o valor observado referente a parcela l submetida à fonte protéica i , no nível j , no bloco k ;

μ é a constante associada a todas as observações;

F_i é o efeito da fonte de proteína i , com $i = 1, 2$;

N_j é o efeito do nível de inclusão j da fonte protéica, com $j = 2, 4$ e 6% ;

FN_{ij} é o efeito da interação da fonte de proteína com o nível de inclusão;

$A_i \alpha_i^j$ é o efeito do tratamento adicional (dieta controle), sendo:

$\alpha_i^j = 1$, se $i \neq 1, 2$;

$\alpha_i^j = 0$, em outros casos;

B_k é o efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3$;

e_{ijkl} é o erro experimental associado a cada observação NID $(0, \sigma^2)$.

Semelhantemente ao ensaio I, as análises foram realizadas utilizando-se o pacote computacional SAS (1999), sendo as médias comparadas por regressão nos casos de níveis e pelo teste F nos demais tratamentos. As variáveis, peso dos órgãos e dosagem de insulina e glicose, cujos resíduos não apresentavam normalidade foram transformadas. O peso do baço, fígado e pâncreas foram

transformados em raiz cúbica; o do estômago e dos rins em logaritmo base 10. Para a dosagem da concentração de insulina e glicose, os dados de glicose pré-prandial foram transformados em raiz quadrada e de insulina pré-prandial pelo logaritmo base 10. Todas as médias, após as análises, foram destransformadas para apresentação nas tabelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio I – Desempenho

O desempenho dos leitões nos primeiros 14 dias do período experimental é apresentado na Tabela 3.

Com relação ao ganho de peso, houve interação ($P < 0,01$) das fontes e níveis de inclusão.

Não se observou efeito do plasma sobre o ganho de peso. Estes resultados foram semelhantes aos encontrados por Butolo et al. (1999); Grinstead et al. (2000) para leitões com 19 dias de idade e Hartke et al. (2000) que não observaram efeitos do plasma sobre o ganho de peso; mas discordam dos resultados encontrados por Bosi et al. (2004), Grinstead et al. (2000) para leitões desmamados com 17 dias, Torrallardona et al. (2002 e 2003), Coffey & Cromwell (1995) quando leitões estavam no ambiente da estação experimental (vs ambiente da granja convencional), Gatnau & Zimmerman (1990) e Sohn et al. (1991). Considerando o nível de inclusão, os resultados diferem dos encontrados por Gatnau et al. (1991), que observaram melhor resultado com 6% de inclusão do plasma e Kats et al. (1994) que observaram efeito linear sobre o ganho de peso quando o plasma foi adicionado à dieta.

Quando o extrato intracelular de levedura foi a fonte protéica, houve uma resposta quadrática ($P < 0,05$) do ganho de peso com o aumento do nível de inclusão (Figura 5). O maior ganho de peso estimado foi obtido com o nível de 2,7% de extrato intracelular de levedura. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Hunziker & Spring (2002), Mahan & Tibbets (2000) e Maribo et al. (2001). Resultados diferentes foram obtidos Maribo & Spring (2003), que observaram um melhor ganho de peso quando extrato intracelular de levedura foi utilizado.

TABELA 3 – Desempenho dos leitões de 0 a 14 dias pós-desmama de acordo com as fontes protéicas e níveis de inclusão

Variáveis	Níveis de inclusão (%)			Médias
	2	4	6	
Ganho de Peso (g)				
Plasma	247 a	262 a	282 a	264
Extrato Intracelular levedura ¹	284 a	254 a	230 b	256
Média	265	258	256	
Controle				242
EPM ³			0,0045	
Consumo Ração (g)				
Plasma ²	340 a	348 a	398 a	362
Extrato intracelular levedura	350 a	335 a	337 b	341
Média	345	342	368	
Fatorial				352*
Controle				325*
EPM			0,0040	
Conversão Alimentar				
Plasma	1,377	1,333	1,432	1,381
Extrato intracelular levedura	1,221	1,323	1,481	1,342
Média ¹	1,299	1,328	1,456	
Controle				1,376
EPM			0,0200	
Eficiência Utiliz. Protéica				
Plasma	3,38	3,51	3,29	3,40
Extrato intracelular levedura	3,74	3,53	3,19	3,48
Média ¹	3,56	3,52	3,24	
Controle				3,43
EPM			0,0410	
Eficiência Utiliz. Energia				
Plasma	0,202	0,210	0,197	0,203
Extrato intracelular levedura	0,223	0,211	0,190	0,208
Média ¹	0,213	0,210	0,194	
Controle				0,205
EPM			0,0024	

Médias dentro do fatorial seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

* Médias diferentes dieta controle vs fatorial (P<0,05)

¹ Efeito quadrático (P<0,05)

² Efeito linear (P<0,05)

³ EPM – erro padrão da média

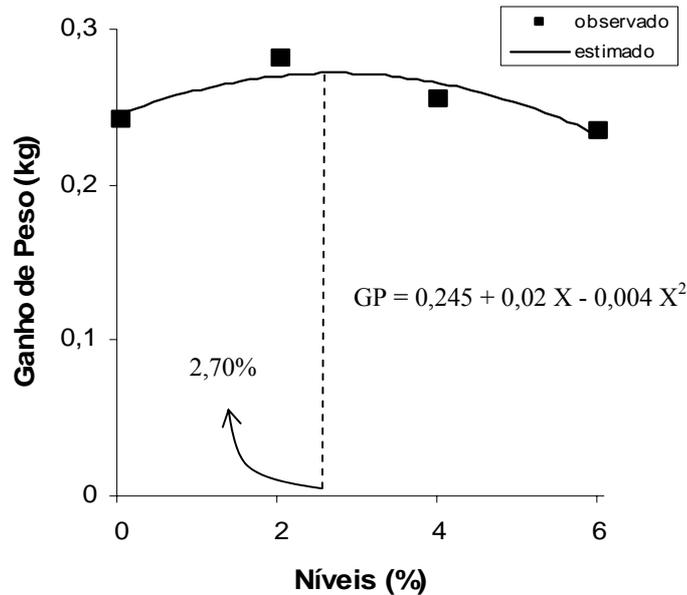


Figura 5 – Ganho de peso dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função dos níveis de EIL.

A falta de resposta do plasma, para o ganho de peso, neste período pode ser explicada pelo baixo desafio sanitário da granja e pelo período estudado. Com relação ao período avaliado, sabe-se que a influência do plasma é maior na primeira semana pós-desmama (van Dijk et al., 2001). Porém, neste ensaio, e segundo alguns autores, não se observou efeito do plasma, quando o período avaliado foi de 0 a 14 dias pós-desmama, pode ter ocorrido uma diluição da influência do plasma na primeira semana pós-desmama durante a semana subsequente; proporcionado um ganho de peso semelhante entre os tratamentos durante o período total (de 0 a 14 dias).

O ganho de peso dos animais que receberam extrato intracelular de levedura nos níveis de 2 e 4% de inclusão foi semelhante ao dos animais que

receberam plasma, mas quando a inclusão foi de 6% este ganho foi reduzido ($P<0,05$) com o seu uso. Este menor ganho pode ser explicado pela redução do consumo de ração quando da inclusão de 6% do extrato intracelular de levedura, pela possível alteração da palatabilidade da dieta que, interferindo no consumo de ração, reduziu o ganho de peso.

Para o consumo de ração, observou-se uma interação ($P<0,01$) entre a fonte protéica e o nível de inclusão para o período de 0 a 14 dias pós-desmama.

Considerando a fonte protéica, o plasma apresentou efeito linear (Figura 6) com consumo crescente quando se aumenta o nível de inclusão desta fonte.

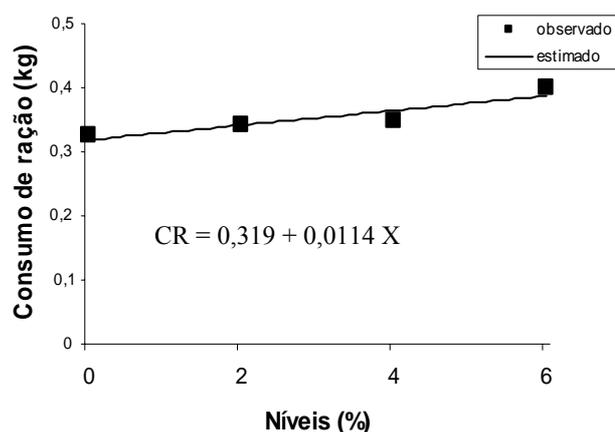


Figura 6 – Consumo de ração dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função dos níveis de plasma.

Quando se comparou as fontes dentro dos níveis de inclusão observam-se diferenças entre as fontes somente quando o nível de inclusão foi de 6%, sendo o consumo de ração maior ($P<0,01$) para os animais que receberam plasma em relação aqueles que receberam o extrato intracelular de levedura. Os resultados obtidos estão de acordo com os observados por Grinstead et al. (2000) para leitões desmamados com 17 dias de idade, Gatnau & Zimmerman (1990),

Sohn et al. (1991), Rodas et al. (1995), Butolo et al. (1999) e Hartke (2003) que observaram um maior consumo com plasma e diferem dos obtidos por Grinstead et al. (2000) para leitões com 19 dias, Torrallardona et al. (2002 e 2003) que não observaram este aumento de consumo nas dietas com plasma.

Comparando-se os níveis dentro da fonte, houve diferenças de consumo entre os níveis estudados para o plasma como a fonte estudada. O nível de 6% de inclusão de plasma diferiu ($P < 0,01$) dos níveis de 2 e 4% que foram semelhantes entre si. Estes resultados são semelhantes aos observados por Gatnau et al. (1991) e Kats et al. (1994) que observaram aumento linear do consumo de ração com o aumento dos níveis de plasma.

Quando se comparou o nível dentro da fonte, não observou-se diferenças de consumo entre os níveis estudados quando o EIL foi a fonte estudada.

O tratamento controle apresentou o menor consumo ($P < 0,05$) comparando-se com os demais tratamentos (fatorial). Deve-se salientar que o consumo das rações com o EIL foi menor ($P < 0,05$) em relação aos que receberam o plasma.

O extrato intracelular de levedura foi comparado com o plasma animal por Mahan & Tibbetts (2000) e com farinha de peixe por Maribo (2001), que não observaram efeito sobre o consumo de ração. Porém, Maribo & Spring (2001), comparando o extrato intracelular de levedura com a farinha de peixe, observaram uma melhora no consumo de ração.

O consumo maior observado para o plasma pode ter sido em função da dieta de maternidade já possuir plasma (efeito da palatabilidade). Este efeito foi mais acentuado para o extrato intracelular de levedura na inclusão de 6%, que levou a um menor consumo.

Quando se avaliou a conversão alimentar, não houve interação entre a fonte protéica e os níveis de inclusão. Isoladamente, a conversão alimentar foi influenciada pelos níveis de inclusão ($P < 0,05$), mas não pela fonte protéica.

A melhor conversão alimentar foi obtida com inclusão de 2% das fontes protéicas estudadas. A figura 7 ilustra a resposta quadrática para conversão alimentar em função dos níveis de inclusão da fonte protéica.

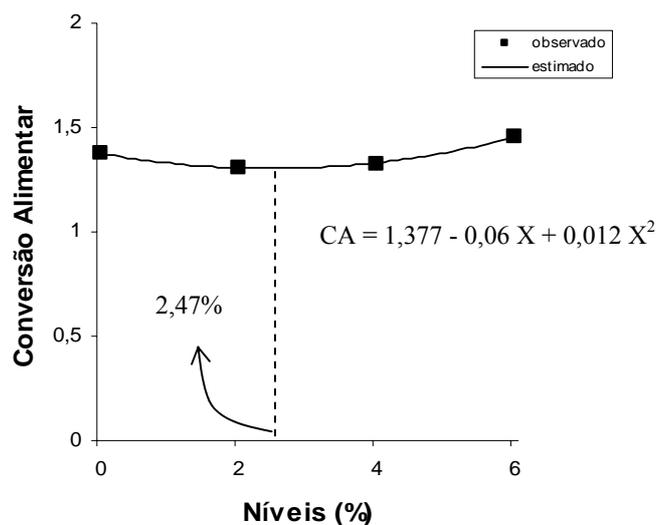


Figura 7 – Conversão alimentar dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função das fontes protéicas.

Analisando o efeito das fontes protéicas, os resultados do plasma para a conversão alimentar estão de acordo com os resultados obtidos por Grinstead et al. (2000) para leitões com 19 dias, Gatnau & Zimmerman (1991), Sohn et al. (1991), de Rodas et al. (1995), e Hartke (2003), que não observaram efeito do plasma sobre a conversão alimentar. Porém, estes resultados discordam dos obtidos por Grinstead (2000) para leitões desmamados aos 17 dias de idade e Torrallardona (2002 e 2003), que observaram melhora na conversão alimentar quando o plasma foi utilizado.

Com relação aos níveis estudados, os resultados diferem dos obtidos por Butolo (1999) e Kats et al. (1994), que não observaram efeito dos níveis sobre a conversão alimentar.

Considerando o extrato intracelular de levedura como fonte protéica, os resultados estão de acordo com os obtidos por Maham & Tibbetts (2000), Maribo et al. (2001), Maribo & Spring (2003), mas diferem dos encontrados por Hunziker & Spring (2002), que observaram melhora da conversão alimentar quando o EIL foi comparado com farelo de soja.

A inclusão de 6% do extrato intracelular de levedura apresentou a menor conversão alimentar, que pode ser explicado devido ao extrato intracelular de levedura, nesta inclusão, apresentar sempre o menor ganho de peso.

Considerando a eficiência de utilização protéica e de energia, não houve interação entre as fontes protéicas e níveis avaliados. Também não se observou influência das fontes protéicas. Isoladamente, houve efeito dos níveis sobre as mesmas. O aumento nos níveis de inclusão do plasma animal e extrato intracelular de levedura coincidiu com a resposta quadrática para a eficiência de utilização de proteína e energia que pode ser visualizado nas figuras 8 e 9. O melhor resultado estimado para as eficiências de utilização protéica e de energia foram obtidos com a inclusão de 2,40%. Estes resultados podem ser explicados pela redução no ganho de peso e à conversão alimentar observadas para o plasma e extrato intracelular de levedura quando as inclusões das fontes aumentaram.

Gatnau et al. (1991) e Gatnau & Zimmerman (1992), observaram que houve efeito quadrático para ganho de peso. Para os dados de eficiência alimentar, Gatnau et al. (1991) observaram uma redução quando o plasma aumentou de 6 para 8% e Gatnau & Zimmerman (1992) observaram a mesma redução quando o plasma aumentou de 8 para 10% ($P < 0,12$, efeito quadrático).

Porém, os resultados de Kats et al. (1994) demonstraram um efeito linear sobre o ganho de peso quando o plasma foi adicionado à dieta (0 a 10%), e com relação à eficiência não houve efeito dos níveis. A diferença entre estes resultados pode ser explicada pelo fato de que, no experimento de Kats et al. (1994), as dietas foram suplementadas com metionina, o que levou ao melhor desempenho com o aumento dos níveis do plasma. Neste experimento, buscou-se o mesmo nível de suplementação dos aminoácidos (lisina, metionina, treonina e triptofano). Outros aminoácidos, que não foram suplementados e, provavelmente, ficaram limitados, justificam esta redução no desempenho e da conversão alimentar e da eficiência de utilização protéica e de energia.

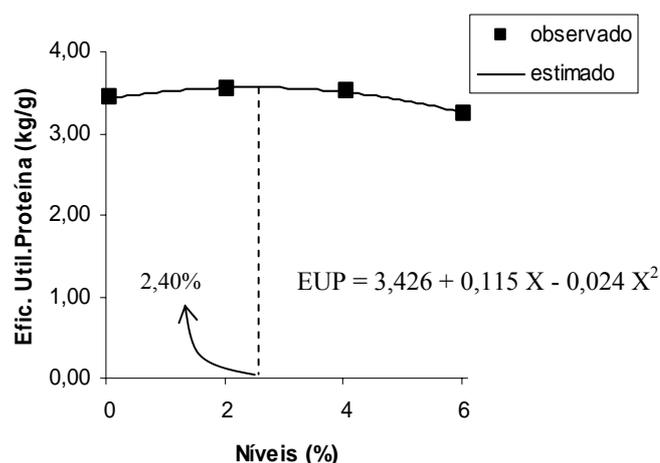


Figura 8 – Eficiência de utilização protéica (EUP) dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função das fontes protéicas.

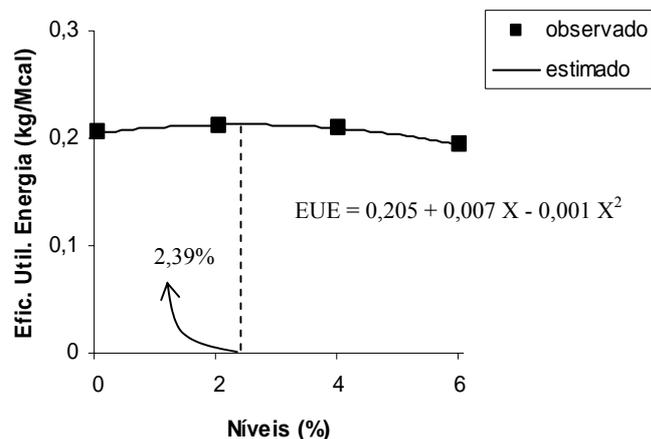


Figura 9 – Eficiência de utilização de energia (EUE) dos leitões nos primeiros 14 dias pós-desmama em função das fontes protéicas.

O desempenho dos leitões no total do período experimental (0 a 21 dias pós-desmame) é apresentado na Tabela 4.

Os resultados demonstram que não houve interação entre as fontes protéicas e os níveis estudados. O ganho de peso e o consumo de ração foram influenciados ($P < 0,05$) pelas fontes protéicas. O tratamento controle diferiu ($P < 0,05$) dos demais tratamentos (controle vs fatorial) para o consumo de ração. Não houve efeito ($P < 0,05$) dos tratamentos sobre a conversão alimentar e eficiência de utilização protéica e de energia.

O período de duração deste experimento foi menor que os encontrados na literatura. Por ter sido conduzido em uma granja comercial, o período experimental foi planejado para ter 21 dias, coincidindo o fim do experimento com a transferência dos animais para outras instalações.

TABELA 4 – Desempenho dos leitões de 0 a 21 dias pós-desmama de acordo com as fontes protéicas e níveis de inclusão

Variáveis	Níveis de inclusão			Médias
	2%	4%	6%	
Ganho de Peso (g)				
Plasma	280	306	306	298 a
EIL	286	273	274	278 b
Média	283	289	290	
Controle				277
EPM ¹		0,0038		
Consumo Ração (g)				
Plasma	391	396	409	399 a
EIL	373	378	344	365 b
Média	382	387	376	
Fatorial				382*
Controle				342 *
EPM		0,0061		
Conversão Alimentar				
Plasma	1,389	1,296	1,423	1,370
EIL	1,303	1,391	1,274	1,323
Média	1,346	1,344	1,349	
Controle				1,258
EPM		0,0240		
Eficiência Útiliz. Protéica				
Plasma	3,36	3,60	3,47	3,48
EIL	3,58	3,35	3,81	3,58
Média	3,47	3,47	3,64	
Controle				3,84
EPM		0,0776		
Eficiência Útiliz. Energia				
Plasma	0,201	0,215	0,207	0,208
EIL	0,214	0,200	0,228	0,251
Média	0,207	0,208	0,217	
Controle				0,229
EPM		0,0046		

Médias seguidas de letras diferentes, nas colunas, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

* Médias diferentes dieta controle vs fatorial (P<0,05)

¹ EPM – erro padrão da média

Para o ganho de peso, os resultados com o plasma foram semelhantes aos obtidos por Gatnau & Zimmerman (1990) para o período de 0 a 28 dias, de Rodas et al. (1995) de 0 a 35 dias, Coffey & Cromwell (1995) de 0 a 28 dias, que demonstraram um melhor ganho de peso quando o plasma foi adicionado nas dietas. Porém, estes resultados diferem com os obtidos por Grinstead (2000) para leitões desmamados aos 19 e 17 dias de idade em um período experimental de 35 dias, Torrallardona (2002) de 0 a 35 dias de experimento, Butolo et al. (1999) de 0 a 28 dias.

O maior ganho de peso para as dietas contendo o plasma pode ser devido às imunoglobulinas e glicoproteínas (de prevenir a atuação de patógenos); IGF (que agem na mucosa do TGI) e palatabilidade, que proporcionou maior consumo nos períodos avaliados (0 a 14 e 0 a 21 dias).

Com relação ao extrato intracelular de levedura, o ganho de peso foi menor quando comparado com o plasma. Este resultado difere dos obtidos por Mahan & Tibbets (2000), que não observaram diferenças entre o ganho de peso quando os animais receberam dietas com plasma ou extrato intracelular de levedura. Maribo (2001) também não observou diferenças entre as dietas com farinha de peixe e extrato intracelular de levedura. Hunziker & Spring (2002), comparando o extrato intracelular de levedura com o farelo de soja, observaram resultados semelhantes para os animais que receberam ambas as dietas.

O extrato intracelular de levedura possui, em sua composição, ingredientes de alto valor biológico (nucleotídeos), mas sua presença não garante um melhor desempenho dos leitões no período de 0 a 14 e de 0 a 21 dias. Isto não torna o produto inadequado para a alimentação animal, em especial para leitões, mas sim, sugere que é necessário maior conhecimento do valor nutricional ou propriedades nutricionais do produto.

O consumo de ração foi maior para as dietas com plasma comparando com as dietas com extrato intracelular de levedura. Os animais da dieta controle apresentaram o menor consumo de ração em relação aos demais.

Para o plasma, estes resultados estão de acordo com os obtidos por Gatnau & Zimmerman (1990) e Butolo (1999) de 0 a 28 dias e de Rodas et al. (1995) de 0 a 35. Porém, estão em desacordo com os obtidos por Grinstead et al. (2000) para leitões desmamados aos 19 e 17 dias e com duração do experimento de 35 dias e Torrallardona et al. (2002) de 0 a 35 dias, que não observaram um maior consumo de ração quando o plasma foi utilizado.

O efeito do plasma sobre o consumo de ração pode ser explicado pela sua maior palatabilidade (Ermer et al., 1994), e pelo fato do plasma ter sido utilizado na dieta de maternidade. A influência de um sabor (palatabilidade) previamente conhecido sobre o consumo de ração foi relatado por Campbell (1976) e King (1979), que observaram que leitões que tiveram experiência prévia com o palatabilizante adicionado às dietas iniciais e de lactação cresceram significativamente mais rápido que aqueles que não tiveram experiência prévia com o palatabilizante.

Considerando o extrato intracelular de levedura, os resultados são semelhantes aos de Mahan & Tibbets (2000) e Maribo (2001), que não observaram efeito positivo sobre o consumo de ração, e diferem dos de Maribo & Spring (2003), que observaram um maior consumo de ração de dietas contendo extrato intracelular de levedura quando comparado com dietas com farelo de soja.

A falta de resposta das dietas com extrato intracelular de levedura para o consumo de ração quando comparada com dietas com plasma pode ser explicada pela palatabilidade do plasma (efeito do contato prévio) e mesmo porque a concentração de ácido glutâmico é maior para o plasma que para o extrato intracelular de levedura (11,7 vs 5,10% respectivamente).

Os resultados obtidos neste experimento mostram que não houve diferenças entre os tratamentos na conversão alimentar entre 0 e 21 dias de idade. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Grinstead et al. (2000) para leitões desmamados aos 19 e 17 dias de idade, Gatnau & Zimmerman (1990), Mahnan & Tibbets (2000), Maribo (2001), Maribo & Spring (2002), que utilizaram plasma ou extrato intracelular de levedura em suas pesquisas. Porém, Torrallardona et al. (2002) e Hunziker e Spring (2003) constataram melhor conversão alimentar com o uso de plasma e extrato intracelular de levedura, respectivamente.

A conversão alimentar semelhantes, para ambas as fontes protéicas demonstra a qualidade nutricional de ambos os produtos – plasma animal e extrato intracelular de levedura, abrindo perspectivas para os nutricionistas trabalharem de acordo com as exigências da origem da fonte protéica.

Não houve interação entre fonte protéica e níveis para eficiência de utilização de proteína e energia. Também não foi observada influência das fontes protéicas sobre estas variáveis. Costa et al. (2003) encontraram que leitões que receberam dietas simples apresentam pior eficiência quando comparadas com complexas. Jiang et al. (2000) comparando o plasma com extrusado protéico de soja, observaram melhora na eficiência de utilização protéica quando o plasma foi utilizado.

A falta de resposta para as eficiências de utilização protéica e de energia pode ser explicada pela qualidade dos ingredientes utilizados na formulação das dietas complexas utilizadas neste experimento. A alta digestibilidade dos produtos, como o plasma animal e extrato de levedura, permitiu que as eficiências de utilização protéica e de energia fossem semelhantes, o que não ocorre quando se trabalha com dietas simples, cujos ingredientes possuem digestibilidade mais baixa.

4.2 Ensaio II – Respostas Fisiológicas

4.2.1 Peso de órgãos

A Tabela 5 apresenta os pesos médios dos órgãos (baço, estômago, fígado, pâncreas e rins) dos leitões nas três idades de abate (7, 14 e 21 dias).

Os resultados demonstram que não houve interação entre as fontes protéicas e níveis de inclusão e não foi observado efeito dos tratamentos sobre o peso dos órgãos. A idade de abate influenciou o peso do estômago ($P<0,05$) e do fígado ($P<0,01$). Este efeito é fisiológico, devido ao crescimento do animal, com consequente aumento do peso destes órgãos.

A discussão envolvendo o desenvolvimento do trato digestivo (com base no peso) é relacionada a leitões lactentes ou não, ou animais recebendo dietas simples ou complexas. Ressalta-se que neste experimento as dietas foram complexas, supondo-se que os ingredientes selecionados tinham melhor digestibilidade.

A falta de resposta do peso pâncreas aos tratamentos recebidos pode ser explicada pelo tipo de dieta. A secreção de tripsina pelo pâncreas é estimulada pelas dietas simples, cuja principal fonte protéica é o farelo de soja, devido à presença dos inibidores de tripsina. A inativação da tripsina por estes inibidores presente no farelo de soja estimula o pâncreas a se hipertrofiar, aumentando sua secreção de enzima (Butolo, 2002) Quando dietas complexas são utilizadas, a presença de outras fontes protéicas (leite, farinha de peixe, etc) reduz a inclusão de farelo de soja, reduzindo os efeitos deste sobre o pâncreas. Este efeito das dietas pode ser comprovado pelos resultados de Makkink et al. (1994), Ferreira et al. (1999) e Teixeira et al. (1999), que demonstraram peso menor do pâncreas para leitões que receberam dietas complexas (leite ou farinha de peixe), e Effird et al. (1982b), Makkink et al. (1994), Ferreira (1999) e Teixeira (1999) e Costa

et al. (2003), que demonstraram peso maior do pâncreas para leitões que receberam dietas simples (contendo proteína da soja).

TABELA 5 – Peso relativo dos órgãos (g/kg peso vivo) de leitões de acordo com a fonte protéica e os níveis de inclusão

Variáveis	Níveis de inclusão			Médias
	2%	4%	6%	
Baço				
Plasma	0,149	0,123	0,146	0,140
EIL	0,133	0,153	0,150	0,145
Média	0,141	0,138	0,148	
Controle				0,142
EPM ¹		0,0060		
Estômago				
Plasma	0,963	0,903	0,907	0,924
EIL	0,949	0,962	0,916	0,942
Média	0,956	0,932	0,912	
Controle				0,909
EPM		0,0066		
Fígado				
Plasma	3,048	2,850	2,933	2,947
EIL	2,884	2,905	2,835	2,877
Média	2,968	2,877	2,884	
Controle				2,919
EPM		0,0068		
Pâncreas				
Plasma	0,281	0,261	0,264	0,268
EIL	0,276	0,258	0,217	0,250
Média	0,279	0,259	0,240	
Controle				0,228
EPM		0,0058		
Rins				
Plasma	0,556	0,525	0,524	0,535
EIL	0,515	0,535	0,526	0,526
Média	0,536	0,530	0,525	
Controle				0,567
EPM		0,0069		

¹EPM – erro padrão da média

Como as dietas foram complexas, o peso do pâncreas não foi influenciado pelos tratamentos, até porque a diferença do consumo de proteína proveniente do farelo de soja, entre os tratamentos foi mínima (0,002g/dia).

Da mesma forma, o peso do fígado não foi influenciado pelo tratamento, ao contrário do observado por McCracken et al. (1995), que comparavam o efeito de dieta complexa contendo cereais (milho e farelo de soja) com dieta leite (sucedâneo de leite). O peso semelhante para o fígado era esperado devido às dietas serem todas complexas e cujas fontes protéicas avaliadas serem de alta digestibilidade (plasma e extrato intracelular de levedura).

O peso do estômago não foi influenciado pelos tratamentos. Em todos os períodos avaliados houve um efeito da fonte protéica sobre o consumo de ração. Esperava-se encontrar diferenças entre os tratamentos para o peso do estômago, visto que um maior consumo significaria maior capacidade de armazenamento. Esta situação, entretanto, pode ser explicada pela pequena diferença de consumo, 57 gramas/dia, o que não influenciou o peso do estômago.

4.2.2 Dosagens de Glicose e Insulina

Os resultados das concentrações plasmáticas de insulina e glicose são apresentados na Tabela 6.

Os resultados demonstram que os níveis de insulina (pré e pós-prandial) não foram influenciados pelos tratamentos. Porém, a insulina aumentou cerca de 9 vezes para o plasma e 18 vezes para o EIL, quando comparado o período pré e pós-prandial. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Costa et al. (2003), Nikolic et al. (1993), Cortamira et al. (1991) e Buonomo & Baile (1991), que observaram aumento nos níveis de insulina após alimentação; sendo que, no caso de Buonomo & Baile (1991), este aumento foi menor devido a ração no período pós-prandial não ter sido fornecida “ad libitum”.

TABELA 6 – Concentrações plasmáticas de insulina e glicose em leitões nas condições pré e pós-prandial, de acordo com a fonte protéica e os níveis de substituição e respectivos erros-padrão da média (E.P.M.).

	Fonte Protéica		Médias
	Plasma	EIL	
Insulina (ng/ml)	Pré-prandial		
2%	0,050	0,028	0,037
4%	0,070	0,037	0,051
6%	0,084	0,045	0,061
Médias	0,066	0,036	
Controle			0,059
E.P.M. ²	0,0710		
Insulina (ng/ml)	Pós-prandial		
2%	0,430	0,638	0,534
4%	0,478	0,703	0,591
6%	0,738	0,637	0,687
Médias	0,549	0,659	
Controle			0,470
E.P.M.	0,0507		
Glicose (mg/dl)	Pré-prandial		
2%	90,17	80,87	85,46
4%	98,41	75,86	86,77
6%	82,28	78,34	80,29
Médias ¹	90,17 a	78,34 b	
Fatorial			84,17 *
Controle			70,22 *
E.P.M.	0,1100		
Glicose (mg/dl)	Pós-prandial		
2%	124,58	144,47	134,52
4%	118,67	124,25	121,46
6%	130,35	131,28	130,82
Médias	124,53	133,33	
Controle			130,17
E.P.M.	2,3850		

¹ Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem entre si pelo teste F (P<0,05).

* Médias diferentes dieta controle vs fatorial (P<0,05)

² EPM – erro padrão da média

A falta de resposta da insulina aos tratamentos pode ser explicada pela pequena diferença de consumo entre eles, que não foi suficiente para estimular maior secreção de insulina.

O nível de glicose pós-prandial não foi influenciado pelas fontes, o que difere dos resultados encontrados por McCracken et al. (1995), que observaram diferenças entre glicose quando os animais receberam dietas a base de produtos lácteos, e são semelhantes ao encontrados por Rodas et al. (1995), que não observaram diferenças quando os animais receberam plasma na ração.

Porém, o nível de glicose pré-prandial foi influenciado ($P < 0,01$) pelas fontes protéicas sendo maior para o plasma. Este resultado difere dos obtidos por Buonomo & Baile (1991) e Cortaminra et al (1991), que não observaram alterações na glicemia pelo jejum. Apesar da diferença estatística observada na glicemia dos leitões em jejum nesse experimento, esses valores podem ser considerados normoglicêmicos como os observados em outras pesquisas. O maior nível de glicose pré-prandial pode ser explicado pelo fato do plasma possuir em sua composição níveis maiores de glutamina e arginina, aminoácidos glicogênicos, ou seja, que estimulam a síntese de glicose. Em particular a arginina, estimula a síntese de glucagon, que por sua vez estimula a gliconeogênese.

4.2.3 Dosagens de Imunoglobulinas G (IgG)

A tabela 7 apresenta os resultados das dosagens de imunoglobulinas G.

Os resultados obtidos demonstram que não ocorreu interação fonte e nível de inclusão e que não houve efeito das fontes protéicas sobre a produção de imunoglobulinas.

TABELA 7 – Concentrações plasmáticas de imunoglobulinas G (IgG) em leitões de acordo com a fonte protéica e os níveis de substituição e respectivos erros-padrão da média (E.P.M.).

	Fonte Protéica		Médias
	Plasma	EIL	
Concentração de IgG			
2%	537,49	559,59	548,54
4%	545,90	487,96	516,93
6%	538,86	490,76	514,81
Médias	540,75	512,77	
Controle			527,20
E.P.M. ¹		14,67	

¹ EPM – erro padrão da média

Uma vez que todas as dietas foram complexas, estes resultados estão de acordo com Crenshaw et al. (1986), Dritz et al. (1996) e van Heugten (1994), que não observaram efeito do tipo de dieta (simples, semi-complexa ou complexa) sobre o sistema imune. Nestes casos, os títulos de anticorpos, concentração de haptoglobinas e títulos de hemaglutinação não revelaram diferenças entre os tratamentos.

Outro fator relacionado ao sistema imune é a glutamina, que é um importante combustível para macrófagos, linfócitos, neutrófilos e enterócitos (Ribeiro & Rudnik, 2002). Deste modo, Kumar et al. (1999) e Yi et al. (2005) não observaram resposta da glutamina sobre os títulos de anticorpo e IgG, respectivamente. Porém, Yu et al. (2002) quando associou glutamina e nucleotídeos, observaram um aumento na concentração de IgG. A glutamina e os nucleotídeos são um dos principais componentes do extrato intracelular de levedura. Assim, uma possível explicação à falta de resposta do extrato relacionado ao sistema imune é com relação ao nível de suplementação de glutamina, que foi menor, neste experimento, do que o valor suplementado por Yu et al. (2002). Outro ponto a ser considerado, com relação aos nucleotídeos, é

a sua suplementação, pois não foi possível determinar, neste experimento, como no descrito por Yu et al. (2002), quais os nucleotídeos suplementados e em qual quantidade.

Os resultados obtidos com o plasma, diferem dos obtidos por Touchette et al. (2002), que observaram depressão do sistema imune pelo plasma, e Frank et al. (2003), que observaram aumento nos níveis plasmáticos de cortisol e nos níveis do fator necrosante dos tumores alfa (TNF- α). Uma provável explicação para a não supressão do sistema imune, neste experimento, que resultou em produção semelhante de IgG, é o desafio realizado com hemácias de carneiro ao invés de lipopolisacáride utilizado nos outros experimentos. Os efeitos deletérios do lipopolisacáride sobre o desempenho são conhecidos (fato que levou à escolha da hemácia de carneiro para desafio) e estão associados ao forte estímulo do sistema imune levando à diminuição dos níveis de IGF-I e ao aumento dos níveis de TNF- α que em altas concentrações leva à imunodepressão.

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

- Para se obter um melhor desempenho, é recomendável a inclusão de 2% de plasma animal na dieta de leitões, principalmente devido aos resultados obtidos de 0 a 21 dias pós-desmama

- O uso de qualquer uma das fontes protéicas nos primeiros 21 dias pós-desmama não interfere nas respostas fisiológicas dos animais.

- O extrato intracelular de levedura apresentou efeito quadrático recomendando-se a inclusão de 2,7% nas dietas de leitões.

6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BERGSTRÖM, J. R.; NELSSSEN, J. L.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; DRITZ, S. S.; OWEN, K. Q.; NESSMITH JR, W. B. Evaluation of spray-dried animal plasma and select menhaden fish meal in transition diets of pigs weaned at 12 to 14 days of age and reared in different production systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 11, p. 3004-3009, Nov. 1997.

BONNETTE, E. D.; KORNEGAY, E. T.; LINDEMANN, M. D.; HAMMERBERG, C. Humoral and cell-mediated immune response and performance of weaned pigs fed four supplemental vitamin E levels and housed at two nursery temperatures. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1337-1345, May 1990a.

BONNETTE, E. D.; KORNEGAY, E. T.; LINDEMANN, M. D.; NOTTER, D. R. Influence of two supplemental vitamin E levels and weaning age on performance, humoral antibody production and serum cortisol levels of pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1346-1353, May 1990b.

BOSI, P.; CASINI, L.; FINAMORE, A.; CREMOKOLINI, C.; MERIALDI, G.; TREVISI, P.; NOBILI, F.; MENGHERI, E. Spray-dried plasma improves growth performance and reduces inflammatory status of weaning pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli* K88. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1764-1772, June 2004.

BUONOMO, F. C.; BAILE, C. A. Influence of nutritional deprivation on insulin-like growth factor I, somatotropin, and metabolic hormones in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69. p. 755-760, 1991.

BURRIN, D. G.; DAVIS, T. A.; FIOROTTO, M. L.; REEDS, P. J. Role of milk-borne vs endogenous insulin-like growth factor I in neonatal growth. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 10, p. 2739-2743, Oct. 1997.

BUTOLO, E. A. F.; MIYADA, V. S.; PACKER, I. V.; MENTEN, J. F. M. Uso de plasma suíno desidratado por spray-dryer na dieta de leitões desmamados precocemente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 326-333, maio/jun. 1999.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: CBNA, 2002, 430p.

- CAMPBELL, R. G. A note on the use of a feed flavour to stimulate the feed intake of weaner pigs. **Animal Production**, London, v. 32, n. 3, p. 417-419, June 1976
- CARVER, J. D. Dietary nucleotides: Cellular immune, intestinal and hepatic system effects. **Journal of Nutrition**, Bethesda, 124, n. 1, p. 144S-148S, Jan. 1994.
- CATRON, D. V.; NELSON, L. F.; ASHTON, G. C.; MADDOCK, H. M. Development of practical synthetic milk formulas for baby pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 12, n. 7, p. 62-76, Sept. 1953.
- CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; REINHART, G. A. Effect of weaning, week postweaning and diet composition on pancreatic and small intestinal luminal lipase response in young swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 2, p. 384-391, Feb. 1990.
- CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; REINHART, G. A. Effects of dietary dried whey and corn oil on weanling pig performance, fat digestibility and nitrogen utilization. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 6, p. 1438-1445, June. 1988.
- CHAE, B. J.; HAN, In K.; KIM, J. H.; YANG, C. J.; HANCOCK, J. D.; KIM, I. H.; ANDERSON, D. A. Effects of dietary protein sources on ileal digestibility and growth performance for early-weaned pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 58, n. 1, p. 45-54, Mar. 1999.
- CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2 Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul (Artemed), 1996, p. 446.
- CINQ-MARS, D.; BÉLANGER, G.; LACHANCE, B.; BRISSON, G. J. Performance of early weaned piglets fed diets containing various amounts of whey protein concentrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 145-150, Jan. 1986.
- COFFEY, R. D.; CROMMWELL, G. L. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early-weaned pigs to spray-dried porcine plasma. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2532-2539, Sept. 1995.

CORTAMIRA, N. O.; SEVE, B.; LEBRETON, Y.; GANIER, P. Effect of dietary tryptofan on muscle, liver and whole-body protein synthesis in weaned piglets: relationship to plasma insulin. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 66, n. 3, p. 423-435, Sept. 1991.

COSTA, L. L.; LIMA, J. A. F.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G. de.; MURGAS, L. D. S.; FILGUEIRAS, E. P. Palatabilizantes em dietas para leitões de 6 a 18 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1633-1638, 2003. Supplement 1.

CRANWELL, P. D. Development of the neonatal gut and enzyme systems. In: VARLEY, M. A. **The neonatal pig: development and survival**. Wallingford: Cab International, 1995. p. 99-154.

CRENSHAW T. D.; COOK, M. E.; ODLE, J.; MARTIN, R. E. Effect of nutritional status, age at weaning and room temperature on growth and systemic immune response of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1845-1853, 1986.

Da SILVA, W. D.; MOTA, I. **Bier Imunologia básica e aplicada**. 5. ed. Editora Guanabara Koogan, 2003, 400p.

DANIELSON, D. M.; PEO JR, E. R.; HUDMAN, D. B. Ratios of dried skim milk and dried whey for pigs starter rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 19, n. 4, p. 1055 – 1061, Nov, 1960.

DAVIS, T. A.; BURRIN, D. G.; FIOROTTO, M. L.; REEDS, P. J.; JAHOR, F. Roles of insulin and amino acids in the regulation of protein synthesis in the neonate. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 128, n. 2, p. 347S-350S, Feb. 1998. Supplement, 2.

DRITZ, S. S.; OWEN, K. Q.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L.; TOKACH, M. D.; CHENGAPPA, M. M.; BLECHA, F. Influence of lipopolysaccharide-induced immune challenge and diet complexity on growth performance and acute-phase protein production in segregated early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 7, p. 1620-1628, July 1996.

EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, W. D.; HEMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pigs: Effects of weaning regimen and dietary treatment. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1370-1379, Dec. 1982b.

EFIRD, R. C.; ARMSTRONG, W. D.; HERMAN, D. L. The development of digestive capacity in young pig: Effects of age and weaning system. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 55, n. 6, p. 1380-1387, Dec. 1982a.

ERMER, P. M.; MILLER, P.S.; LEWIS, A. J. Diet preference and meal patterns of weanling pigs offered diets containing either spray-dried porcine plasma or dried skim milk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 6, p. 1548-1554. June 1994.

ETHERIDGE, R. D.; SEERLEY, R. W.; WYATT, R. D. The effect of diet on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1396-1402, June 1984.

ETHERTON, T. D. The role of insulin-receptor interactions in regulation of nutrient utilization by skeletal muscle and adipose tissue: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 54, n. 1, p. 58-57, Jan.1982.

ETHERTON, T. D.; WIGGINS, J. P.; EVOCK, C. M.; CHUNG, C. S.; REBHUN, J. F.; WALTON, P. E.; STEELE, N. C. Stimulation of pig growth performance by porcine growth hormone: determination of the dose-response relationship. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, n. 2, p. 433-443, Feb. 1987.

EVOCK-CLOVER, C. M.; POLANSKY, M. M.; ANDERSON, R. A.; STEELE, N.C. Dietary chromium supplementation with or without somatotropin treatment a serum hormones and metabolites in growing pigs without affecting growth performance. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 123, n. 9, p. 1504-1512, Sept. 1993.

FERREIRA, V. P. A. **Dietas para leitões em aleitamento e pós-desmame**. 1999. 52p. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástrico) – Universidade Federal de Viçosa, MG.

FRANK, J. W.; CARROLL, J. A.; ALLEE, G. L.; ZANNELLI, M. E. The effects of thermal environment and spray-dried plasma on the acute-phase response of pigs challenged with lipopolysaccharide. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 5, p. 1166-1176, May 2003.

FRIEND, D. W.; BROWN, R. G. Blood sampling from suckling piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, n. 2, p. 547-549, 1971.

GAINES, A. M.; CARROLL, J. A.; YI, G. F.; ALLEE, G. L.; ZANELLI, M. E. Effect of menhaden fish oil supplementation and lipopolysaccharide exposure on nursery pigs. II Effects on the immune axis when fed simple or complex diets containing no spray-dried plasma. **Domestic Animal Endocrinology**, New York, v. 24, n. 4, p. 353-365, May 2003.

GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D. R. Determination of optimum levels of inclusion of spray-dried porcine plasma (SDPP) in diets for weanling pigs fed in practical conditions. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 60, 1992. Supplement, 1. Abstract.

GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D. R. Spray-dried porcine plasma (SDPP) as a source of protein for weanling pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 374, 1990. Supplement, 1. Abstract.

GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D. R.; DIAZ, T.; JOHNS, J. Determination of optimum levels of spray-dried porcine plasma (SDPP) in diets for weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 369, 1991. Supplement, 1. Abstract.

GRINSTEAD, G. S.; GOODBAND, R. D.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; NELSSSEN, J. L.; WOODWORTH, J. C.; MOLITOR, M. Effects of a whey protein product and spray-dried animal plasma on growth performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 3, p. 647-657, Mar. 2000.

HADLEY, M. E. **Endocrinology**. Upper Saddle River: Prentice-hall, 1996. 518p.

HANSEN, J. A.; NELSSSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; WEEDEN, T. L. Evaluation of animal protein supplements in diets of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 7, p. 1853-1862, July 1993.

HARTKE, J. L.; APGAR, G. A.; GRISWOLD, K. E.; JACOBSON, B. N.; ROSENTHAL, T. L.; GUTHRIE, T. A. Responses of weanling pigs to spray-dried animal plasma added to simple diets containing varying levels of soya-bean meal. **Animal Science**, Midlothian, v. 77, p. 73-78, Aug. 2003.

JIANG, R.; CHANG, X.; STOLL, B.; ELLIS, K. J.; SHYPAILO, R. J.; WEAVER, E.; CAMPBELL, J.; BURRIN, G. D. Dietary plasma protein is used more efficiently than extruded soy protein for lean tissue growth in early-weaned pigs. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 2016-2019, 2000.

KATS, L. J.; NELSEN, J. L.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; HANSEN, J. A.; LAURIN, J. L. The effect of spray-dried porcine plasma on growth performance in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 2075-2081, Aug. 1994.

KATS, L. J.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Influence of protein source fed to the early-weaned pig during phase I (d 0-9) on the response to various protein sources fed during phase II (d 9-28). **Journal Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 60, 1992. Supplement, 1. Abstract.

KELLY, D.; SMYTH, J. A.; MCCRACKEN K. J. Digestive development of the early-weaned pig: 2. Effect of level of food intake on digestive activity during the immediate post-weaning period. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 65, n. 2, p. 181-188, Mar. 1991b.

KELLY, D.; SMYTH, J. A.; MCCRACKEN, K. J. Digestive development of the early-weaned pig: 1. Effect of continuous nutrient supply on the development of the digestive tract and on changes in digestive enzyme activity during the first week post-weaning. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 65, n. 2, p. 169-180, Mar. 1991a.

KING, R. H. The effect of adding a feed flavour to the diets of young pigs before and after weaning. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 19, n. 101, p. 695-697, Dec. 1979.

KUMAR, D.; BANSAL, A.; THOMAS, P.; SAIRAM, M.; SHARMA, S. K.; MONGIA, S. S.; SINGH, R.; SELVAMURTHY, W. Biochemical and immunological changes on oral glutamate feeding in male albino rats. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 42, n. 4, p. 201-204, Apr. 1999.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LEPINE, A. J.; MAHAN, D. C.; CHUNG, Y. K. Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various L-lysine-HCl levels. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 5, p. 2026-2032, May 1991.

LERNER, A.; SHAMIR, R. Nucleotides in infant nutrition: A must or an option. **Israel Medical Association Journal**, Ramat Gan, v. 2, n. 10, p. 772-74, Oct. 2000.

LI, D. F.; GUAN, W. T.; YU-H. M.; KIM, J. H.; HAN, I.K. Effects of amino acid supplementation on growth performance for weanling, growing and finishing pigs. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v. 11, n. 1, p. 21-29, 1998. 1CD-ROM. CAB Abstracts 1/96-98.

LI, D. F.; NELSEN, J. L.; REDDY, P. G.; BLECHA, F.; KLEMM, R.; GOODBAND, R. D. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 4062-4069, Oct. 1991.

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

MADAR, Z.; STARK, A. H. The quest for perfect infant formula. **Israel Medical Association Journal**, Ramat Gan, v. 2, n. 10, p.760-761, Oct. 2000.

MAKKINK, C. A.; NEGULESCO, G. P.; GUIXIN, Q.; VESTEGEN, M. W. A. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly weaned piglets. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 72, n. 3, p. 353-368, Sept. 1994.

MATEO, C. D.; PETERS, D. N.; STEIN, H. H. Nucleotides in sow colostrums and milk at different stages of lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 5, p.1339-1342, May 2004.

MATTHEWS, J. C. Peptide absorption: Where peptides fit in protein nutrition and metabolism. In: LYONS, T. P. and JACQUES, K. A. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry: proceedings of Alltech's 16Th annual symposium**. Nicholasville: Alltech Technical, 2000. p. 357-368.

MCCRACKEN, B. A.; GASKINS, H. R.; RUWE-KAISER, P. J.; KLASING, K. C.; JEWELL, D. E. Diet-dependent and diet-independent metabolic responses underlie growth stasis of pigs at weaning. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 125, n. 11, p. 2838-3845, Nov. 1995.

MILLER, E. R.; ULLREY, D. E.; LEWIS, A. J. **Swine nutrition**. USA: Butterworth Heinemann, 1991.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Harper's Biochemistry**. 20. ed. Connecticut : Appleton & Longe, 1988, 700 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998.

NESSMITH JR, W. B.; NELSEN, J. L.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; BERGSTRÖM, J. R.; DRITZ, S. S.; RICHERT, B. T. Evaluation of the interrelationships among lactose and protein sources in diets for segregated early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 12, p. 3214-3221, Dec. 1997.

NIKOLIC, J. A.; ZIVKOVIC, B.; GLUHOVIC, M.; BEGOVIC, J.; KOSTIC, G. Preprandial and postprandial concentrations of some metabolic hormones and performance in weaned piglets fed different diets. **Acta Veterinaria-Beograd**, Beograd, v. 43, n. 4, p. 205-218, 1993.

OWSLEY, W. F.; ORR JR, D. E.; TRIBBLE, L. F. Effects of age and diet on the development of the pancreas and the synthesis and secretion of pancreatic enzymes in the young pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 497-504, Aug. 1986.

PASSILLÉ, A. M. B. DE; PELLETIER, G.; MÉNARD, J.; MORISSET, J. Relationships of weight gain and behavior to digestive organ weight and enzyme activities in piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 11, p. 2921-2929, Nov. 1989.

PEPLOWSKI, M. A.; MAHAN, D. C.; MURRAY, F. A.; MOXON, A. L.; CANTOR, A. H.; EKSTROM, K. E. Effect of dietary and injectable vitamin E and selenium in weanling swine antigenically challenged with sheep red blood cells. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, n. 2, p. 344-351, Feb. 1981.

POWER, R.; MURPHY, R. Biologically active peptides: Sources, production and nutritional importance. In: LYONS, T. P. and JACQUES, K. A. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**: proceedings of Alltech's 15Th annual symposium. Nicholasville: Alltech Technical, 1999. p. 435-447.

RESENDE JR, J. C. de **Efeito da frequência de alimentação concentrada sobre a morfologia das papilas do rúmen**. 1999. 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

REYERO, C.; STÖCKL, W.; THALHAMMER, J. G. Stimulation of the antibody response to sheep red blood cells in piglets and young pigs by levamisole. **British Veterinary Journal**, London, v. 153, n. 1, p. 71-24, 1979.

RIBEIRO, A. M. L.; RUDNIK, L. Modulação nutricional e resposta imunológica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2002, Campinas, 2002. **Anais...** Campinas, 2002. p. 227-238.

RODAS, B. Z. de; SOHN, K. S.; MAXWELL, C. V.; SPICER, L. J. Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age: Effect on performance and plasma insulin-like growth factor I, growth hormone, insulin, and glucose concentration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 12, p. 3657-3665, Dec. 1995.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)**. Viçosa: UFV. Imprensa Univiversitária, 2000. 141p.

SAS INSTITUTE, **Statistical Analysis System**. Software: versão 8.0. Cary, 1999.

SILZ, L. Z. T. **Fontes de proteína para leitões em fase inicial de crescimento**. 2000. 65 p. Tese (Doutorado em Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SOHN, K. S.; MAXWELL, C. V.; BUCHANAN, D. S. Plasma protein as an alternative protein source for early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 362. 1991. Supplement, 1. Abstract.

SOTO, W. L. C. **Digestibilidade da levedura desidratada (*Saccharomyces cerevisiae*) e efeitos da sua utilização sobre a morfologia intestinal, atividade das enzimas digestivas e desempenho de suínos**. 1999. 82 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

SPURLOCK, M. E.; FRANK, G. R.; WILLIS, G. M.; KUSKE, J. L.; CORNELIUS, S. G. Effect of dietary energy source and immunological challenge on growth performance and immunological variables in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 3, p. 720-726, Mar. 1997.

SWENSON, M. J. **Dukes**: Fisiologia dos animais domésticos. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988, 799p.

TARDIN, A. C. Fisiologia digestiva e nutrição no desmame precoce de leitões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 2., 1985, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1985, p. 33-35.

TEIXEIRA, A. O. DE **Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfologia intestinal de leitões até 35 dias de idade**. 1999. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG.

TIBBETTS, G. W. Biopptides in post-weaning diets for pigs: Result to date. In: LYONS, T. P. and JACQUES, K. A. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**: proceedings of Alltech's 16Th annual symposium. Nicholasville: Alltech Technical, 2000. p. 347-355.

TIBBETTS, G. W. Nucleotides from yeast extract: potential to replace animal protein sources in food animal diets. In: LYONS, T. P. and JACQUES, K. A. (Ed.). **Biotechnology in the feed industry**: proceedings of Alltech's 18Th annual symposium. Nicholasville: Alltech Technical, 2002. p. 435-443.

TOKACH, M. D.; NELSEN, J. L.; ALLEE, G. L. Effect of protein and (or) carbohydrate fractions of dried whey on performance and nutrient digestibility of early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, n. 5, p. 1307-1312, May 1989.

TOKACH, M. D.; PETTIGREW, J. E.; JOHNSTON, L. J.; OVERLAND, M.; RUST, J. W.; CORNELIUS, S. G. Effect of adding fat and (or) milk products to the weanling pig diet on performance in the nursery and subsequent grow-finish stages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 12, p. 3358-3368, Dec. 1995.

TORRALLARDONA, D.; CONDE, M. R.; BADIOLA, I.; POLO, J.; BRUFAU, J. Effect of fishmeal replacement with spray-dried animal plasma and colistin on intestinal structure, intestinal microbiology, and performance of weanling pigs challenged with *Escherichia coli* K99. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 5, p. 1220-1226, May 2003.

TORRALLARDONA, D.; CONDE, R.; ESTEVE-GARCIA, E.; BRUFAU, J. Use of spray dried animal plasma as an alternative to antimicrobial medication in weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 99, n. 1/4, p. 119-129, Aug. 2002.

TOUCHETTE, K. J.; CARROLL, J. A.; ALLEE, G. L.; MATTERI, R. L.; DYER, C. J.; BEAUSANG, L. A.; ZANNELLI, M. E. Effect of spray-dried plasma and lipopolysaccharide exposure on weaned pigs: I Effects on the immune axis of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 494-501, Feb. 2002.

VAN DIJK, A. J.; EVERTES, H.; NABUURS, M. J. A.; MARGRY, R. J. C. F.; BEYNEN, A. C. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 689, n. 2/3, p. 263-274, Mar. 2001.

VAN DIJK, A. J.; MARGRY, R. J. C. F.; VAN DER LEE, A. G.; HEMKE, G.; BEYNEN, A. C. Growth performance and health status in weanling piglets fed spray-dried porcine plasma under typical Northern European conditions. **Journal Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 86, n. 1/2, p. 17-25, Feb. 2002.

VAN HEUGTEN, E.; COFFEY, M. T.; SPEARS, J. W. Effects of immune challenge, dietary energy density, and source of energy on performance and immunity in weanling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 2431-2440, Oct. 1996.

VAN HEUGTEN, E.; SPEARS, J. W.; COFFEY, M. T. The effect of dietary protein on performance and immune response in weanling pigs subjected to an inflammatory challenge. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 2661-2669, Oct. 1994.

WALKER, W. R.; MAXWELL, C. V.; OWENS, F. N.; BUCHANAN, D. S. Milk versus soybean protein sources for pigs: I. Effects on performance and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 505-512, Aug. 1986.

WEBB JR, K. E.; MATTHEWS, J. C.; DIRIENZO, D. B. Peptide absorption: A review of current concepts and future perspectives. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n. 10, p. 3248-3257, Oct. 1992.

WILSON, R. H.; LEIBHOLZ, J. Digestion in the pig between 7 and 35 d of age. 1. The performance of pigs given milk and soybean protein. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v.45, n.3, p. 301-319, Sept. 1981.

WRAY-CAHEN, D.; BECKETT, P. R.; BURRIN, D. G.; FIOROTTO, M. L.; WESTER, T. J.; REEDS, P. J.; NGUYEN, H. V.; DAVIS, T. A. Insulin (INS) stimulates muscle protein synthesis (PSm) and amino acid (AA) disposal in young suckling pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.148, 1996. Supplement, 1.

WRIGHT, K. J.; BALAJI, R.; HILL, C. M.; DRITZ, S. S.; KNOPPEL, E. L.; MINTON, J. E. Integrated adrenal, somatotropic, and immune responses of growing pigs to treatment with lipopolysaccharide. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 7, p. 1892-1899, July 2000.

YI, G. F.; CARROLL, J. A.; ALLEE, G. L.; GAINES, A. M.; KENDALL, D. C.; USRY, J. L.; TORIDE, Y.; IZURU, S. Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of *Escherichia coli* K88⁺ - challenged weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 3, p. 634-643, Mar. 2005.

YU, I. -T.; WU, J. -F.; YANG, P. -C.; LIU, C. -Y.; LEE, D. -N.; YEN, H. -T. Rôles of glutamine and nucleotides in combination in growth, immune responses and FMD antibody titres of weaned pigs. **Animal Science**, Midlothian, v. 75, p. 379-385, Dec. 2002.

ZIJLSTRA, R. T.; WHANG, K.Y.; EASTER, R. A.; ODLE, J. Effect of feeding of milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition, and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, n.12, p. 2948-2959, Dec. 1996.

ANEXO

TABELA 1A – Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP) e do consumo de ração (CR) dos leitões de 0 a 14 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	82
TABELA 2 A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar (CA), eficiência utilização protéica (EUP) e eficiência de utilização de energia (EUE) dos leitões de 0 a 14 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	82
TABELA 3A – Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP) e do consumo de ração (CR) dos leitões de 0 a 21 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	83
TABELA 4A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar (CA), eficiência utilização protéica (EUP) e eficiência de utilização de energia (EUE) dos leitões de 0 a 21 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	83
TABELA 5A – Resumo da análise de variância dos órgãos digestivos (estômago e pâncreas) de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	84
TABELA 6A – Resumo da análise de variância do peso dos órgãos digestivos (fígado) de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	84
TABELA 7A – Resumo da análise de variância dos órgãos (baço e rins) de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	85
TABELA 8A – Resumo da análise de variância das dosagens de: insulina pré e pós-prandial de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	85
TABELA 9A – Resumo da análise de variância das dosagens de: glicose pré e pós-prandial de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	86
TABELA 10 A – Resumo da análise de variância das dosagens de IgG de acordo com a fonte e os níveis de proteína.....	86

TABELA 1A – Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP) e do consumo de ração (CR) dos leitões de 0 a 14 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	GP			CR		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Bloco	5	0,006566	7,92 **	5	0,008797	14,01 **
Fonte Protéica (F.P)	1	0,000484	0,58 ns	1	0,003895	6,20 *
Níveis	2	0,000255	0,31 ns	2	0,002215	3,53 *
FP x Níveis	2	0,005380	6,49 **	2	0,003502	5,58 **
Fonte / Nível 2	(1)	0,002722	3,28 ns	(1)	0,000006	0,01 ns
Fonte / Nível 4	(1)	0,000192	0,23 ns	(1)	0,000481	0,77 ns
Fonte / Nível 6	(1)	0,008410	10,14 **	(1)	0,010562	16,82 **
Nível/F.P. Plasma	(2)	0,001898	2,29 ns	(2)	0,005970	9,51 **
Nível/F.P. EIL	(2)	0,002800	3,38 *	(2)	0,000265	0,42 ns
Trat. Adic x Resto	1	0,001671	2,02 ns	1	0,003749	5,97 *
Erro	28	0,000829		28	0,000628	

ns – não significativo (P<0,05)

* – significativo a (P<0,05)

** – significativo a (P<0,01)

TABELA 2 A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar (CA), eficiência utilização protéica (EUP) e eficiência de utilização de energia (EUE) dos leitões de 0 a 14 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	GL	CA 0-14		EUP 0-14		EUE 0-14	
		QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	5	0,051605	3,33 *	0,272744	4,05 **	0,00973	4,05 **
F. Protéica	1	0,012745	0,82 ns	0,063488	0,94 ns	0,000226	0,94 ns
Níveis	2	0,075485	4,87 *	0,326110	4,84 *	0,001163	4,86 *
FP x Níveis	2	0,029754	1,92 ns	0,152198	2,26 ns	0,000543	2,26 ns
TAD x Resto	1	0,000883	0,06 ns	0,000157	0,002 ns	0,000001	0,004 ns
Erro	28	0,015483		0,067309		0,000240	

ns – não significativo (P<0,05)

* – significativo (P<0,05)

** – significativo (P<0,01)

TABELA 3A – Resumo da análise de variância do ganho de peso (GP) e do consumo de ração (CR) dos leitões de 0 a 21 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	GP 0-21			CR 0-21		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Bloco	5	0,005786	9,30 **	5	0,007980	5,11**
Fonte Protéica	1	0,003620	5,82 *	1	0,010302	6,60 *
Níveis	2	0,000168	0,27 ns	2	0,000336	0,21 ns
FP x Níveis	2	0,001490	2,40 ns	2	0,002209	1,41 ns
Trat. Adic x Resto	1	0,000619	1,00 ns	1	0,008013	5,13 *
Erro	30	0,000622		30	0,001562	

ns – não significativo (P<0,05)

* – significativo (P<0,05)

** – significativo (P<0,01)

TABELA 4A – Resumo da análise de variância da conversão alimentar (CA), eficiência utilização protéica (EUP) e eficiência de utilização de energia (EUE) dos leitões de 0 a 21 dias de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	CA 0-21			EUP 0-21		EUE 0-21	
	GL	QM	F	QM	F	QM	F
Bloco	5	0,026916	1,11 ns	0,460687	1,82 ns	0,001643	1,82 ns
F. Protéica	1	0,019693	0,81 ns	0,098252	0,39 ns	0,000350	0,39 ns
Níveis	2	0,000073	0,00 ns	0,113540	0,45 ns	0,000405	0,45 ns
FP x Níveis	2	0,047843	1,98 ns	0,284581	1,13 ns	0,001015	1,13 ns
TAD x Resto	1	0,039676	1,64 ns	0,498830	1,97 ns	0,001779	1,97 ns
Erro	30	0,024192		0,252653		0,000901	

ns – não significativo (P<0,05)

TABELA 5A – Resumo da análise de variância dos órgãos digestivos (estômago e pâncreas) de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	Estômago			Pâncreas		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Abate	2	0,012398	4,77 *	2	0,002909	1,45 ns
Bloco	2	0,014017	5,39 **	2	0,001753	0,87 ns
Fonte Protéica (FP)	1	0,001015	0,39 ns	1	0,002888	1,44 ns
Níveis	2	0,001935	0,74 ns	2	0,004031	2,00 ns
FP x Níveis	2	0,001354	0,52 ns	2	0,002001	0,99 ns
Trat. Adic x Resto	1	0,000667	0,26 ns	1	0,003126	1,55 ns
Erro	49	0,002599		49	0,002011	

ns – não significativo ($P < 0,05$)

* – significativo ($P < 0,05$)

** – significativo ($P < 0,01$)

TABELA 6A – Resumo da análise de variância do peso dos órgãos digestivos (fígado) de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	Fígado		
	GL	QM	F
Abate	2	0,059128	21,33 **
Bloco	2	0,007009	2,53 ns
Fonte Protéica	1	0,001280	0,46 ns
Níveis	2	0,000847	0,30 ns
FP x Níveis	2	0,001077	0,39 ns
Trat. Adic x Resto	1	0,000010	0,004 ns
Erro	49	0,002772	

ns – não significativo ($P < 0,05$)

** – significativo ($P < 0,01$)

TABELA 7A – Resumo da análise de variância dos órgãos (baço e rins) de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	Baço			Rins		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Abate	2	0,005458	2,51 ns	2	0,001050	0,37 ns
Bloco	2	0,000327	0,15 ns	2	0,000599	0,21 ns
Fonte Protéica (FP)	1	0,000677	0,31 ns	1	0,000479	0,26 ns
Níveis	2	0,000660	0,30 ns	2	0,000311	0,11 ns
FP x Níveis	2	0,003375	1,55 ns	2	0,002128	0,75 ns
Trat. Adic x Resto	1	0,000003	0,001 ns	1	0,004614	1,62 ns
Erro	49	0,002171		49	0,002851	

ns – não significativo (P<0,05)

TABELA 8A – Resumo da análise de variância das dosagens de: insulina pré e pós-prandial de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	Insulina Pré-prandial			Insulina Pós-prandial		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Fonte Protéica	1	0,634237	3,15 ns	1	0,103543	1,06 ns
Níveis	2	0,141731	0,70 ns	2	0,068027	0,69 ns
FP x Níveis	2	0,000558	0,003 ns	2	0,093480	0,95 ns
Trat. Adic x Resto	1	0,022514	0,11 ns	1	0,064094	0,65 ns
Erro	33	0,201513		31	0,097885	

ns – não significativo (P<0,05)

TABELA 9A – Resumo da análise de variância das dosagens de: glicose pré e pós-prandial de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	Glicose Pré-prandial			Glicose Pós-prandial		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Fonte Protéica	1	3,618926	7,68 *	1	696,960000	3,14 ns
Níveis	2	0,396425	0,84 ns	2	544,135833	2,45 ns
FP x Níveis	2	0,754968	1,60 ns	2	292,607500	1,32 ns
Trat. Adic x Resto	1	2,273294	4,82 *	1	4,212308	0,02 ns
Erro	32	0,471287		32	221,834375	

ns – não significativo (P<0,05)

* – significativo (P<0,05)

TABELA 10 A – Resumo da análise de variância das dosagens de IgG de acordo com a fonte e os níveis de proteína

FV	Concentração Plasmática de IgG (mg/dl)		
	GL	QM	F
Bloco	5	10879,03108	1,26 ns
F. Protéica	1	5387,83780	0,63 ns
Níveis	2	3575,05350	0,41 ns
FP x Níveis	2	4586,26234	0,53 ns
TAD x Resto	1	1291,78669	0,15 ns
Erro	28	8610,367248	

ns – não significativo (P<0,05)