



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO



**“Produção e Avaliação de Plasma Bovino Desidratado como Ingrediente
de Rações de Leitões Desmamados Precocemente”**

RENATA MARIA TEIXEIRA DUARTE

Zootecnista

VALDEMIRO CARLOS SGARBIERI

Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Alimentos e Nutrição.

Campinas-2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Duarte, Renata Maria Teixeira

D85p Produção e avaliação de plasma bovino desidratado como ingrediente de rações de leitões desmamados precocemente / Renata Maria Teixeira Duarte. – Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Valdemiro Carlos Sgarbieri

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Leitões. 2.Nutrição animal. 3.Desempenho.
4.Sangue - Proteínas. I.Sgarbieri, Valdemiro Carlos.
II.Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Valdemiro Carlos Sgarbieri
(orientador)

Prof. Dr. Valdomiro Shigueru Miyada
(membro)

Profa. Dra. Érika Maria Marcondes Tassi Granja
(membro)

Prof. Dr. Francisco Javier Hernandez Blazquez
(membro)

Prof. Dr. Celio Kenji Miyasaka
(membro)

Prof. Dr. Carlos Raimundo Ferreira Grosso
(membro suplente)

Profa. Dra. Glenys Mabel Caballero Córdoba
(membro suplente)

Campinas, de de 2004

‘...Porque qualquer um, independentemente das habilitações que tenha, ao menos uma vez na sua vida fez ou disse coisas muito acima da sua natureza e condição, e se a essas pessoas pudéssemos retirar do quotidiano pardo em que vão perdendo os contornos, ou elas a si próprias por violência se retirassem de malhas e prisões, quantas mais maravilhas seriam capazes de obrar, que pedaços de conhecimento profundo poderiam comunicar, porque cada um de nós sabe infinitamente mais do que julga e cada um dos outros infinitamente mais do que neles aceitamos reconhecer...’.

José Saramago (A Jangada de Pedra)

Ao meu marido Marcelo pelo apoio e amor
incondicionais em todas as horas.

Ao meu filho Guilherme e ao que vai nascer.
Vocês são o maior incentivo dos passos em
minha vida.

*“... Amar também é bom porque o amor é difícil.
O amor de um ser humano por outro é talvez a experiência mais difícil que nos foi
imposta, o mais alto testemunho de nós próprios, a obra suprema em face da qual
todas as outras são apenas preparações...”*

Rainer Maria Rilke (Cartas a um Jovem Poeta)

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Ao Prof. Dr. Valdemiro Carlos Sgarbieri, por dispor de seus conhecimentos e de seu tempo para me orientar, pelo respeito, pela atenção e pela confiança, meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Valdomiro Shigueru Miyada, pelo grande auxílio prestado e por disponibilizar as instalações e funcionários do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da ESALQ para realização da fase de campo do experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela bolsa concedida e pelo auxílio financeiro.

Aos membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões apresentadas ao trabalho.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) de Campinas, por possibilitar a utilização das instalações e equipamentos para o desenvolvimento deste trabalho.

À Ana Maria Rauen O. Miguel, coordenadora do Centro de Química de Alimentos e Nutrição aplicada do ITAL-Campinas, pela amizade e grande contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

À Profa. Dra. Débora de Queiroz Tavares, pelo auxílio nas análises da morfologia intestinal dos animais experimentais.

À amiga Ana Sílvia Prata pelos bons momentos de trabalho em conjunto, pela alegria e pelo “sempre em frente” nas horas fáceis e difíceis.

Ao amigo Claus Ulrich, que mesmo longe esteve tão presente e sempre me mostrando o lado positivo das coisas.

À amiga Denise Aparecida de Oliveira, pela amizade e auxílios prestados em diferentes etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos Carlos Eduardo Utiyama e Adriana Nogueira Figueiredo que colaboraram de maneira essencial na implantação e no transcorrer do experimento com os animais e, também, ao Carlos Eduardo pelo auxílio na análise estatística e no estudo da morfologia intestinal dos leitões.

À amiga Susane Siste Campos pela amizade, compreensão e apoio.

À Profa. Dra. Maria Teresa Bertoldo Pacheco, pelo auxílio nas análises teciduais de glutathiona.

À Profa. Dra. Marta Cristina Teixeira Duarte e ao Prof. Dr. Alexandre Nunes Ponezi do Centro de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agronômicas (CPQBA) da UNICAMP, pelas sugestões e auxílio prestados.

Ao Prof. Dr. Marcelo Morgano do Centro de Química de Alimentos e Nutrição Aplicada do ITAL-Campinas, pelas análises de minerais.

Aos amigos Elizabeth Gomes, Elizabeth Lima, Kátia, Sandra, Luzimara, Renato, e demais funcionários do Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas, pela amizade e auxílio prestados.

Aos funcionários do DEPAN: Iara, Cidinha, Graça, André, Fátima, Suzana, Chico, pela amizade e colaboração.

À empresa SUPRE MAIS, pelo fornecimento de ingredientes para confecção das dietas experimentais e pela formulação das dietas.

À empresa TEC SORO Comercial LTDA, em nome do Sr. Nilton Ramos da Costa pela disponibilidade de equipamentos e funcionários para a coleta do plasma experimental.

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais, por tudo o que são.

A todas as pessoas que, direta e indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XII
APÊNDICE	XIV
RESUMO.....	XVI
SUMMARY	XVIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Alterações na Morfologia do Intestino Delgado ao Desmame.....	3
2.2 A Importância dos Tipos de Dietas para Leitões Desmamados Precocemente.....	5
2.3 Propriedades Fisiológico-Funcionais de Proteínas.....	9
2.4 Aproveitamento de Sangue Animal.....	13
2.5 Composição e Processamento do Sangue.....	14
2.6 Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE).....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 Matéria-prima	19
3.2 Métodos Analíticos.....	19
3.2.1 Composição centesimal	19
3.2.2 Composição em aminoácidos	20
3.2.3 Determinação de minerais	20
3.2.4 Solubilidade	21
3.2.5 Lisina disponível	21
3.2.6 Digestibilidade <i>in vitro</i>	21
3.2.7 Contagem microbiológica.....	22
3.2.8 Atividade de água	22
3.3 Experimento com Leitões	22

3.4	Determinações Bioquímicas no Plasma Sanguíneo	27
3.5	Determinação de Glutathiona e Proteína Total.....	27
3.6	Estudo da Morfologia Intestinal	28
3.7	Incidência da Diarréia.....	30
3.8	Análise Estatística	30
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1	Resultados do Teste de Secagem em Diferentes Temperaturas	31
4.1.1	Composição centesimal	31
4.1.2	Solubilidade da proteína	32
4.1.3	Avaliação nutricional <i>in vitro</i>	32
4.2	Composição Centesimal do Produto Final	35
4.3	Teor de Minerais.....	36
4.4	Composição em Aminoácidos	37
4.5	Contagem Microbiológica	39
4.6	Atividade de Água (Aw).....	40
4.7	Experimento com Leitões.....	40
4.8	Índices Bioquímicos no Soro dos Leitões	44
4.9	Resultados da Análise de Proteína no Fígado dos Animais	45
4.10	Conteúdo de Glutathiona no Fígado e Baço dos Leitões.....	47
4.11	Avaliação da Morfologia Jejunal.....	50
4.12	Incidência da Diarréia.....	54
5.	CONCLUSÕES.....	56
6.	SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS	57
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	APÊNDICE	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fórmula estrutural da glutathiona.....	10
Figura 2. Delineamento da altura da vilosidade (AV) e espessura total da mucosa (ETM), num aumento de 125 vezes (esquema sem escala).....	29
Figura 3. Fotomicrografia das vilosidades do íleo de leitões alimentados com a dieta controle, apresentando hipertrofia das placas de Peyer. Aumento de 35 vezes. Coloração com safranina 0,25%.....	51
Figura 4. Fotomicrografia das vilosidades do jejuno de leitões alimentados com dieta controle. Aumento de 35 vezes. Coloração com safranina 0,25%.....	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Categoria de infecciosidade dos órgãos e tecidos animais	18
Tabela 2. Composição percentual e valores calculados das dietas experimentais - Fase I	24
Tabela 3. Composição percentual e valores calculados das dietas experimentais - Fase II	25
Tabela 4. Composição centesimal do plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET170), plasma experimental teste desidratado a 200°C (PET200) e plasma comercial (PC)	32
Tabela 5. Valores de lisina disponível e digestibilidade <i>in vitro</i> para plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET 170), plasma experimental teste desidratado a 200°C (PET 200) e plasma comercial (PC)	34
Tabela 6. Composição centesimal do plasma experimental desidratado a 170°C (PE) e plasma comercial (PC)	35
Tabela 7. Composição mineral (macro e microelementos) do plasma experimental (PE) e plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET170)	36
Tabela 8. Composição de aminoácidos do plasma experimental desidratado a 170°C (PE) e plasma comercial (PC) (g aminoácido/100g proteína)	38
Tabela 9. Contagem microbiológica do plasma experimental desidratado a 170°C (PE)	39
Tabela 10. Atividade de água (Aw) do plasma experimental (PE) em relação ao tempo de armazenamento em temperatura ambiente.	40
Tabela 11. Médias das características de desempenho dos leitões em recria alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja – 0 a 14 dias	42
Tabela 12. Médias das características de desempenho dos leitões em recria alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja – 15 a 35 dias	43

Tabela 13. Médias das características de desempenho dos leitões em recria alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja – 0 a 35 dias	43
Tabela 14. Efeito da dieta sobre os componentes plasmáticos dos leitões alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo soja.....	45
Tabela 15. Peso do fígado (Pfig), percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF) de leitões alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja aos 14 e 35 dias de experimento.....	47
Tabela 16. Efeito da dieta sobre o conteúdo de glutatona no fígado e baço de leitões alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja aos 14 e 35 dias de experimento.	49
Tabela 17. Valores médios da espessura total da mucosa (ETM), altura da vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e relação vilosidade:cripta (RVC) de leitões aos 14 e 35 dias pós-desmame, nos grupos alimentados com plasma comercial (PC) e plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja.....	53
Tabela 18. Efeito da dieta sobre a incidência da diarreia nos grupos alimentados com plasma comercial (PC) e plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja.....	55

APÊNDICE

Tabela A1. Resultado de desempenho dos leitões em recria na primeira semana experimental (0 a 7 dias)	75
Tabela A2. Resultado de desempenho dos leitões em recria na segunda semana experimental (8 a 14 dias).	76
Tabela A3. Resultado de desempenho dos leitões em recria nas duas primeiras semanas experimentais (0 a 14 dias).....	77
Tabela A4. Resultado de desempenho dos leitões em recria na terceira semana experimental (15 a 21 dias).	78
Tabela A5. Resultado de desempenho dos leitões em recria na quarta semana experimental (22 a 28 dias).	79
Tabela A6. Resultado de desempenho dos leitões em recria na quinta semana experimental (29 a 35 dias).	80
Tabela A7. Resultado de desempenho dos leitões em recria nas três últimas semanas experimentais (15 a 35 dias).....	81
Tabela A8. Resultado de desempenho dos leitões em recria nas cinco semanas experimentais (0 a 35 dias).	82
Tabela A9. Resultado do efeito da dieta sobre os componentes plasmáticos dos leitões.....	83
Tabela A10. Resultado do efeito da dieta sobre os componentes plasmáticos dos leitões.....	84
Tabela A11. Resultado de peso do fígado (PFig.), percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig.) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF) dos leitões aos 14 dias de experimento.....	85
Tabela A12. Resultado de peso do fígado (PFig.), percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig.) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF) dos leitões aos 35 dias de experimento.....	86
Tabela A13. Resultado do efeito da dieta sobre o conteúdo de glutathiona no fígado e baço dos leitões aos 14 e 35 dias de experimento.	87

Tabela A14. Medidas de espessura total da mucosa do jejuno (14 dias).	88
Tabela A15. Medidas de espessura total da mucosa do jejuno (35 dias).	90
Tabela A16. Medidas de altura de vilosidade do jejuno (14 dias).	92
Tabela A17. Medidas de altura de vilosidade do jejuno (35 dias).	94
Tabela A18. Medidas de profundidade de cripta do jejuno (14 dias).....	96
Tabela A19. Medidas de profundidade de cripta do jejuno (35 dias).....	98
Tabela A20. Relação vilosidade:cripta do jejuno (14 dias).....	100
Tabela A21. Relação vilosidade:cripta do jejuno (35 dias).....	102

RESUMO

Este estudo teve como objetivo o desenvolvimento de um processo de obtenção do plasma bovino desidratado por “spray dryer” e o estudo dos efeitos de sua adição, comparativamente ao plasma comercial, na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade, sobre os parâmetros de desempenho (ganho de peso diário (GDP), conversão alimentar (CA) e consumo diário de ração (CDR)), sobre os teores plasmáticos de uréia, proteína total, albumina, globulinas, relação albumina-globulina, além dos níveis de glutathione no fígado e baço e sobre a incidência da diarreia dos animais. Foi estudado também, o efeito da inclusão de plasma na dieta dos animais experimentais na morfologia do intestino delgado dos leitões. O plasma foi obtido a partir do sangue proveniente de bovinos saudáveis coletado no frigorífico GJota, na cidade de Promissão-SP. Foi utilizado citrato de sódio como anticoagulante e o plasma foi separado da massa celular por centrifugação, congelado e posteriormente desidratado. O plasma foi adicionado à ração dos animais experimentais na proporção de 7% e 2% nas fases I (0-14 dias) e II (15-35 dias) do experimento, respectivamente. Durante a primeira fase experimental, os animais alimentados com dietas contendo plasma apresentaram valores de CDR e GDP significativamente superiores ($P \leq 0,05$) aos dos animais da dieta controle (não contendo plasma) e a CA foi melhor para os animais alimentados com o plasma experimental (PE). Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($P > 0,05$) para CA entre a dieta contendo plasma comercial (PC) e o controle. Nas três últimas semanas de experimento (Fase II), o GDP foi significativamente superior ($P \leq 0,05$) no grupo de animais que recebeu PE em relação ao controle. Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para o CDR entre os grupos experimentais. Os animais alimentados com dietas contendo plasma apresentaram melhora na CA, em relação ao controle, de cerca de 10% e 11% para os plasmas comercial e experimental, respectivamente. Considerando o período total de experimento, o

plasma não exerceu efeito significativo no CDR ($P > 0,05$), porém o GDP e a CA foram estatisticamente melhores ($P \leq 0,05$) nos animais alimentados com dietas contendo plasma. O conteúdo de glutatona no fígado dos animais alimentados com proteína de plasma foi significativamente superior ($P \leq 0,05$) aos valores encontrados para o grupo controle, sugerindo que o tipo de proteína presente no concentrado de plasma bovino foi de grande influência no aumento dos níveis de glutatona. Quanto ao estudo da morfologia intestinal, os animais do grupo controle apresentaram valores significativamente inferiores ($P \leq 0,05$) de espessura total da mucosa (ETM), altura de vilosidade (AV) e relação vilosidade:cripta (RVC) na fase I, bem como menor AV na fase II do experimento. A inclusão de plasma na dieta influenciou favoravelmente na redução da incidência da diarreia durante as duas fases experimentais. Conclui-se, portanto, que a inclusão de plasma bovino na dieta de leitões desmamados precocemente atua favoravelmente sobre o desempenho e saúde dos animais.

SUMMARY

The objective of this work was to obtain spray dried bovine plasma (SDBP) and to compare it with a commercial one (CSDBP) as feed ingredients of weanling pigs (weaned at 21 days of age) based on performance, blood and plasma components, liver and spleen glutathione levels, small intestine morphology and diarrhea score. Blood of healthy bovines was collected at a slaughterhouse using sodium citrate as anticoagulant. Blood plasma was obtained by centrifugation and then spray dried. A complete block design with six replications per treatment and four pigs per experimental unit (pen) was used. The treatments consisted on a basal diet and two test diets containing either 7% SDBP or 7% CSDBP in phase I (0-14 day-postweaning period) and 2% SDBP or 2% CSDBP in phase II (15-35 day-postweaning period). In phase I, pigs fed diets containing plasma (either SDBP or CSDBP) had higher ($P \leq .05$) average daily feed intake (ADF) and average daily gain (ADG) than the control pigs. Feed conversion (FC) of pigs fed SDBP was better ($P \leq .05$) than those fed control or CSDBP diets. In phase II, pigs fed SDBP had better ADG and FC ($P \leq .05$) than those fed basal diet. No treatment effects ($P > .05$) were found on ADF. Although there were no treatment effects ($P > .05$) on ADF considering the whole experimental period, pigs fed diets containing plasma had greater ($P \leq .05$) ADG and better ($P \leq .05$) FC than those fed basal diet. The liver glutathione levels were higher ($P \leq .05$) for pigs fed plasma diets than for those fed control diet. The animals fed basal diets showed shorter ($P \leq .05$) jejunal mucosa and villus length in phase I, as well as shorter villus length in phase II. The plasma inclusion on the diets also contributed for the reduction on the postweaning diarrhea incidence. Therefore, it can be concluded that bovine plasma provide beneficial effects on weanling pig performance and health.

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura no Brasil é uma atividade bastante difundida. Presente em 46,5% das 5,8 milhões de propriedades existentes no país emprega mão-de-obra tipicamente familiar, constituindo uma importante fonte de renda e de estabilidade social. Estima-se que 733.000 pessoas dependem diretamente da cadeia produtiva da suinocultura brasileira, sendo responsável pela renda de 2,7 milhões de brasileiros (ROPPA, 1999). O plantel brasileiro de suínos em 2002 foi de 32 milhões de cabeças (IBGE, 2003).

Segundo dados da FAO (2001), a carne suína é a carne mais consumida no mundo, representando 39% da produção mundial de carnes. A carne suína apresenta, portanto, uma expressiva participação na crescente demanda mundial por proteína animal, o que faz necessário um aumento constante da produção de suínos com máxima eficiência.

O desmame precoce de leitões com idade entre 19 e 28 dias de idade, tem se tornado uma prática bastante difundida entre os suinocultores, o que resulta em problemas como baixo ganho de peso, baixo consumo alimentar e aumento da mortalidade em muitas granjas produtoras, sendo a nutrição um dos fatores mais importantes nesta fase inicial do ciclo de produção de suínos.

O sangue animal, subproduto dos abatedouros, contém em torno de 18% de proteína, semelhante à carne, e seus produtos, plasma e células vermelhas, têm sido usados como ingredientes na indústria de alimentos, devido a seu alto valor nutritivo e boas propriedades funcionais. Esses produtos têm sido também considerados como uma fonte protéica de alta qualidade em dietas iniciais para leitões.

Diversos trabalhos têm reportado que o uso do plasma bovino e/ou suíno, desidratado em "Spray Dryer", comparado com outras fontes protéicas, reduz a incidência da diarreia pós-desmame, além de causar aumento na ingestão alimentar e

na taxa de crescimento de leitões (GATNAU & ZIMMERMAN, 1990; KATS et al., 1994; TOUCHETTE et al., 1995; WEAVER et al., 1995; NESSMITH et al., 1996).

De acordo com WILSON (1974), as imunoglobulinas, presentes no leite materno, exercem função de proteção no intestino delgado dos leitões jovens. Quando os leitões são desmamados ao redor de 3 semanas de idade, as imunoglobulinas maternas são removidas de suas dietas, e essa remoção pode ser responsável pelo atraso no desenvolvimento pós-desmame, o que ocorre frequentemente em leitões desmamados precocemente, devido ao sistema imune destes animais não alcançar maturidade até aproximadamente 6 semanas de idade (DREW & OWEN, 1988).

Segundo DREW (1995), citado por STEIN (1996), o plasma desidratado contém aproximadamente 22% de imunoglobulinas que apresentam atividade potencial contra bactérias e vírus presentes no trato intestinal dos leitões, desde que não sejam desnaturadas no processo de secagem.

STEIN (1996) sugere que o aumento da preferência por dietas contendo plasma é uma das principais razões para os resultados benéficos reportados sobre a alimentação com plasma. Ainda permanece por ser investigado se isto pode ser simplesmente devido ao aumento da palatabilidade ou uma função de algum tipo de “status imune” alterado. Entretanto, a implicação prática do aumento de ingestão alimentar é que leitões ganham peso a uma taxa rápida durante o período pós desmame imediato, e que o consumo maior de alimento parece ser utilizado para a retenção protéica com alta eficiência.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo desenvolver uma tecnologia apropriada para a obtenção do plasma desidratado, e estudar os efeitos de sua incorporação em dietas para leitões recém-desmamados, avaliando o desempenho, os componentes plasmáticos, a incidência da diarreia, a morfologia intestinal e o conteúdo de glutatona no baço e fígado dos animais experimentais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Alterações na Morfologia do Intestino Delgado ao Desmame

O desmame tem sido associado a mudanças na morfologia do intestino delgado de leitões. Essas mudanças incluem encurtamento das vilosidades, hiperplasia das criptas, redução da concentração de dissacaridases e redução da absorção de nutrientes, o que pode comprometer os processos digestivos (HAMPSON, 1986; PLUSKE et al., 1997). A redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas provocam o aumento da secreção de água e diminuição da absorção dos nutrientes, resultando em perdas de eletrólitos para a luz intestinal (SARRA et al., 1991).

Segundo LECCE et al. (1982), os danos ao epitélio intestinal podem ser causados por patógenos como *Escherichia coli* e rotavírus, mas diversos pesquisadores têm reportado que a redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas do intestino delgado não dependem somente da presença de microrganismos patogênicos no intestino (MILLER et al., 1984a,b; HAMPSON, 1986). MILLER et al. (1984a,b) sugeriram que uma hipersensibilidade transitória aos antígenos da dieta pode causar lesão intestinal, que pode resultar em diarreia alimentar ou deixar o intestino mais susceptível à proliferação de microrganismos, dando origem à diarreia infecciosa.

LI et al. (1990a, 1991) conduziram experimentos para determinar se leitões que sofreram infusão oral com fontes protéicas específicas, durante a 2^a semana de vida, desenvolviam hipersensibilidade a essas fontes protéicas logo após o desmame aos 21 dias de idade. Os leitões alimentados com ração contendo farelo de soja apresentaram menor altura das vilosidades do intestino delgado e maior teor de anticorpos para as proteínas da soja do que aqueles que receberam ração à base de proteína do leite, indicando que o farelo de soja apresenta antígenos que podem causar hipersensibilidade em leitões jovens. No entanto, comparado com o farelo de

soja, o processamento das proteínas da soja, principalmente através da extrusão, reduzem a resposta imunológica dos leitões (LI et al., 1990b,c).

Além da reação de hipersensibilidade aos antígenos da dieta, vários pesquisadores têm demonstrado que o estresse do desmame e a composição da ração inicial podem também provocar alterações morfológicas no intestino delgado (PLUSKE et al., 1997; KELLY & COUTTS, 2000).

CERA et al. (1988) estudaram as alterações no jejuno de leitões lactentes abatidos aos 2, 10, 21, 28 e 35 dias de idade, e em leitões desmamados aos 21 e 35 dias, em diferentes idades após o desmame. Segundo os autores, à medida que avançava a lactação, a altura das vilosidades diminuía, sendo que a redução se acentuava no 3º e 7º dias pós-desmame. A superfície das vilosidades do intestino delgado foi drasticamente alterada, por um período de 7 a 14 dias após o desmame, e devido a isso, os autores recomendaram o fornecimento de uma dieta de elevado valor nutricional e altamente digestiva para os leitões, durante os primeiros 14 dias da fase inicial, para minimizar os efeitos dessas alterações.

Quanto à composição da ração e as alterações na morfologia intestinal, DUNSFORD et al. (1989), trabalharam com leitões desmamados aos 21 dias de idade, alimentados com dietas à base de caseína hidrolisada (CH, dieta controle), farelo de soja (FS) ou milho e farelo de soja (MFS). Os autores observaram que os leitões que receberam dieta à base de MFS, apresentaram vilosidades deformadas, e os que receberam ração à base de FS, além das vilosidades deformadas, apresentaram também maior espessura da lâmina própria em relação à dieta controle. Esses resultados sugerem que a alimentação com altas concentrações de farelo de soja (32% ou 44%) na ração inicial de leitões acentua o efeito nocivo do desmame sobre o intestino delgado dos animais.

CAIN (1995), citado por CAMPBELL (1998), conduziu um experimento com leitões desmamados aos 19 dias de idade, que receberam 5 dietas experimentais

consistindo de: controle negativo (dieta à base de milho, farelo de soja, soro de leite e caseína); controle positivo (dieta contendo 8% de plasma); e frações plasmáticas de baixo, médio (albumina) e alto peso molecular (globulina), verificaram que a área superficial das vilosidades, bem como as atividades de lactase e maltase no jejuno foram maiores nos animais alimentados com a fração de alto peso molecular (globulina) e plasma, em comparação ao controle negativo.

2.2 A Importância dos Tipos de Dietas para Leitões Desmamados Precocemente

O desmame precoce de leitões, visando aumentar o número de leitões terminados por porca/ano, tem se tornado uma prática bastante difundida entre os suinocultores do mundo todo. O desmame precoce ao redor dos 21 dias de idade resulta em uma série de problemas fisiológicos e nutricionais como a diarreia pós desmame, o baixo índice de crescimento e o baixo consumo de ração (TARDIN, 1985).

A elaboração de uma dieta adequada para alimentação de leitões desmamados precocemente, a fim de se minimizarem os distúrbios que ocorrem nesta fase de criação de suínos tem sido um desafio para os nutricionistas e foco de diversos estudos. Segundo TARDIN (1985), o principal problema para sua formulação seria a escolha de um conjunto de ingredientes cuja composição atenda à capacidade enzimática do sistema digestivo, que ainda se encontra em evolução, e às exigências nutricionais do leitão.

Dentre os alimentos mais utilizados na dieta pós-desmame figuram o milho pré-gelatinizado e a lactose como fontes energéticas principais e os produtos lácteos (leite em pó desnatado e integral), plasma suíno e bovino, proteína isolada de soja, farinha de peixe e caseína, como fontes de proteína. Além do uso de ingredientes considerados nobres ou de alta digestibilidade, é ainda corrente o uso de aminoácidos sintéticos (metionina, lisina e treonina) e de aditivos que possam

melhorar ainda mais a digestibilidade, além de palatilizantes e aromatizantes (JUNQUEIRA, 2001).

Segundo CLINE (1992), os leitões nascem com o trato gastrintestinal relativamente imaturo, mas são capazes de digerir eficientemente os nutrientes presentes no leite materno. No desmame, ocorrem mudanças na histologia e morfologia intestinal, sendo que a digestão é aparentemente comprometida. Entretanto, os animais recuperam-se rapidamente, devido aos processos normais de maturação e indução da produção enzimática em resposta aos componentes da dieta. O fornecimento de dietas contendo lactose e proteínas de origem animal reduz a severidade do desafio nutricional imposto pelo desmame precoce.

O farelo de soja se constitui em uma das mais perfeitas fontes de proteína na alimentação animal. No entanto, alguns componentes presentes neste ingrediente exercem efeitos negativos na qualidade nutricional de sua proteína. A sensibilidade ao farelo de soja leva a anormalidades no processo digestivo e resposta inflamatória na mucosa intestinal de leitões recém desmamados (NEWBY, 1985, citado por JUNQUEIRA, 2001). Segundo LI et al. (1991), respostas de hipersensibilidade às proteínas da soja parecem ser causadas por proteínas antigênicas presentes no grão, tais como hemaglutinina, glicinina e β -conglucina.

Para minimizar os efeitos negativos do farelo de soja na alimentação de leitões desmamados precocemente, têm-se estudado combinações de vários ingredientes na dieta. Assim, foram estudadas por NEWPORT & KEAL (1983) diferentes combinações de fontes de proteína na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade, sendo: farelo de soja com farinha de peixe, farelo de soja com leite desnatado em pó e a combinação de farelo de soja, farinha de peixe e leite desnatado em pó. As dietas foram oferecidas à vontade a leitões de 21 a 56 dias de idade, e o desempenho foi semelhante para as diferentes combinações de fonte proteica, porém com o farelo de soja como única fonte de proteína, o consumo de ração e o ganho de peso foram reduzidos, sem alteração, contudo, na conversão alimentar.

Por outro lado, CRENSHAW et al. (1986) não encontraram diferenças significativas para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar, no período de 24 dias após o desmame aos 21 dias, entre os animais alimentados com dietas simples (à base de milho e farelo de soja) e complexas (milho, farelo de soja, soro de leite em pó, leite desnatado em pó, farinha de peixe e gordura).

WALKER et al. (1986), substituindo a proteína do leite pela proteína da soja em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade, obtiveram menor velocidade no crescimento e pior eficiência alimentar durante as duas primeiras semanas pós-desmame. Porém, após este período, as duas fontes protéicas apresentaram resultados semelhantes. Os autores atribuíram estas diferenças a uma maior disponibilidade de aminoácidos, principalmente lisina, das proteínas do leite.

TOKACH et al. (1990), trabalhando com leitões desmamados aos 21 dias de idade, observaram maior ganho de peso diário de leitões que receberam dieta contendo leite em pó e soro de leite durante a fase inicial de crescimento, comparados àqueles alimentados com dieta simples à base de milho e farelo de soja.

Os trabalhos realizados com produtos lácteos indicam que esses produtos reduzem o desafio nutricional imposto pelo desmame por serem muito digestíveis devido à presença de grande quantidade da enzima lactase no intestino delgado dos leitões. No entanto, os produtos lácteos nem sempre estão disponíveis e oneram o custo da ração. Várias tentativas têm sido feitas para substituir o leite e seus derivados por fontes alternativas de proteína, sendo que o plasma animal desidratado tem sido muito estudado, já que sua composição em aminoácidos e digestibilidade da proteína se assemelham muito à proteína do leite (VAN DIJK et al., 2001).

Diversos autores têm sido unânimes em afirmar que o uso do plasma e de células vermelhas do sangue processados em “spray-dryer” resulta em aumento no desempenho de suínos recém-desmamados, quando em substituição ao soro de leite e leite desnatado em pó ou aos produtos da soja (GATNAU & ZIMMERMAN,

1990; HANSEN et al., 1993; COFFEY & CROMWELL, 1994; KATS et al., 1994; De RODAS et al., 1995; WEAVER et al., 1995; NESSMITH et al., 1996; ANGULO & CUBILÓ, 1998; CHAE et al., 1999; GRINSTEAD et al., 2000, HARTKE & APGAR, 2000; VAN DIJK et al., 2002).

Alguns pesquisadores conduziram experimentos para testar a hipótese de que a fração de imunoglobulina é de fato o componente ativo no plasma. Foi feita a separação do plasma em uma fração de baixo peso molecular (BPM), uma fração de peso molecular intermediário (PMI) e uma fração de alto peso molecular (APM). As imunoglobulinas estavam presentes em maior quantidade na fração APM. Foram comparados os desempenhos de leitões alimentados com dietas contendo cada uma das três frações em comparação com dieta de plasma integral. Resultados similares ou ligeiramente superiores àqueles obtidos pela dieta de plasma foram alcançados pela dieta contendo apenas a fração APM (PIERCE et al., 1995; OWEN et al., 1995a; WEAVER et al., 1995). Esses resultados indicam que o componente ativo no plasma desidratado está contido na fração APM, o que pode ser devido às imunoglobulinas.

VAN DIJK et al. (2001), analisando uma compilação de dados, verificaram que a resposta ao plasma proveniente de sangue porcino foi maior quando comparada ao plasma bovino. No entanto, De RODAS et al. (1995) não encontraram diferença no desempenho de leitões alimentados com as duas diferentes fontes de plasma, sugerindo que não existe evidência de um efeito específico das imunoglobulinas do plasma proveniente de suínos.

O aumento do consumo de dietas contendo plasma pode ser devido à sua alta palatabilidade. ERMER et al.(1994), trabalhando com leitões desmamados precocemente, investigaram as preferências de leitões por uma dieta contendo 20% de leite em pó desnatado e uma dieta contendo 8,5% de plasma. De um total de 36 leitões, 28 preferiram a dieta com plasma e 7 preferiram a dieta de leite em pó desnatado. A preferência pela dieta contendo plasma se tornou aparente ao redor do

segundo dia pós desmame, quando 60% do total de alimento consumido foi a dieta com plasma. Essa preferência aumentou durante o período seguinte, e 71% do total de alimento consumido durante as 3 semanas iniciais pós desmame foi a dieta com plasma.

BERGSTROM et al. (1997), a fim de avaliar o efeito das inclusões de plasma e farinha de peixe às dietas, conduziram dois experimentos com suínos desmamados aos 12 e 14 dias de idade. Os autores não encontraram diferenças no consumo alimentar dos leitões. Porém, a inclusão de plasma resultou em melhora no ganho de peso e na conversão alimentar no período de 0-28 dias de experimento.

JUNQUEIRA (2001) recomenda que os leitões devam ter acesso a uma ração balanceada, na sua forma úmida ou granulada, o mais cedo possível, sendo recomendável seu início no final da primeira semana de vida. O uso do farelo de soja deve ser restringido ao máximo até os 42 dias de idade e matérias-primas nobres como plasma, farinha de peixe e isolado protéico de soja, produtos com proteína de alto valor biológico devem estar presentes pelo menos até os 35 dias de idade dos animais. Ressalta, também, que o uso de produtos lácteos (leite em pó integral ou desnatado, soro de leite em pó e lactose) são sempre recomendáveis e que o controle das matérias-primas, principalmente dos produtos lácteos, constitui-se em um dos aspectos mais importantes na alimentação dos leitões recém desmamados, uma vez que existe uma variabilidade muito grande entre a composição química das mais diferentes fontes de ingredientes lácteos no mercado.

2.3 Propriedades Fisiológico-Funcionais de Proteínas

Um alimento fisiologicamente funcional é aquele que, quando consumido, oferece algum benefício à saúde, além da função puramente nutricional (SMITHERS et al., 1996).

Segundo DIPLOCK et al. (1999) a dieta é capaz de modular funções específicas no organismo, promovendo efeitos benéficos que vão além dos

nutricionais. Os ingredientes tanto nutritivos quanto os não nutritivos de um alimento, são capazes de modular funções relevantes, promovendo o bem estar, a saúde e/ou prevenindo doenças.

A habilidade apresentada por certos tipos de proteínas em aumentar a imunidade, prevenir doenças e aumentar a longevidade tem sido investigada. Descobriu-se que essas proteínas podem causar efeitos profundos no metabolismo tanto de animais quanto de humanos, enfocando sua atenção especialmente nas proteínas do soro de leite (BRINK, 1996).

Ainda de acordo com BRINK (1996), as proteínas de soro de leite possuem a capacidade de aumentar a resposta imune, elevar os níveis de glutathione celular e aumentar a longevidade. A glutathione (L-gama-glutamil-L cisteinil-glicina) é um tripeptídeo composto por cisteína, ácido glutâmico e glicina (Figura 1) e atua no organismo como um potente agente antioxidante e desintoxicante. Seu grupamento ativo é o tiol (-SH) da cisteína.

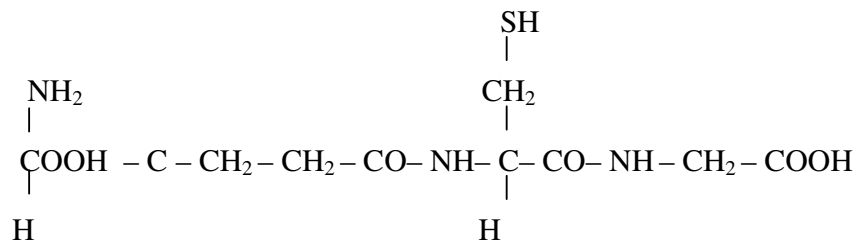


Figura 1. Fórmula estrutural da glutathione.

Segundo BOUNOUS et al. (1989), a capacidade apresentada pelas proteínas de soro de leite em melhorar a resposta imune está relacionada, pelo menos em parte, a uma maior produção de glutathione nos tecidos de animais alimentados com proteínas bioativas de soro, quando é requerida uma resposta orgânica provocada por um antígeno e conseqüente aumento no “pool” de linfócitos.

A capacidade das proteínas de soro de leite de aumentar a resposta imune e os níveis de glutathione (GSH) requer que esses componentes protéicos permaneçam

estáveis e estruturalmente intactos. Em seu estado natural no leite, as proteínas de soro têm uma configuração nativa definida, cuja forma é alterada (ou desnaturada), pela destruição de ligações dissulfeto, quando expostas ao calor acima de certos níveis, tal como ocorre durante a esterilização. Em adição aos “perigos” do aquecimento, há outros passos no processamento que promovem desnaturação, incluindo bombeamento, mistura, aeração, evaporação à vácuo e secagem por atomização. A capacidade das proteínas de soro de leite de aumentar a resposta imune e os níveis de glutathione depende, largamente, de peptídeos de glutamylcystine contidos principalmente nas frações de albumina, β -lactoglobulinas e, possivelmente, na fração de imunoglobulina G. É muito importante que esses peptídeos de glutamylcystine sejam preservados durante o processamento, para que a integridade da proteína seja mantida. Se essas ligações são rompidas, as proteínas ficam mais expostas às enzimas digestivas que destroem sua integridade, eliminando suas propriedades fisiológicas (BRINK, 1996; BOUNOUS, 2000).

Estudos realizados por BOUNOUS & GOLD (1991) indicam que a resposta imune humoral é mais alta em camundongos alimentados com concentrado protéico de soro de leite apresentando alta solubilidade e concentrações maiores de albumina sérica e imunoglobulinas. Camundongos alimentados com esse tipo de concentrado protéico também exibiram níveis mais elevados de glutathione nos tecidos. A presença de glutamylcystine na fração albumina sérica, rara em alimentos protéicos, e a ligação intramolecular específica, como ocorre na conformação de moléculas não desnaturadas, são consideradas fatores chave na atividade apresentada por uma mistura de proteínas para estimular a síntese de glutathione.

A glutathione está presente em altas concentrações em todas as células e é produzida intracelularmente em todos os órgãos, principalmente no fígado. O primeiro passo para a síntese de glutathione é a produção do dipeptídeo γ -glutamyl-cysteine através da cistina e glutamate. A reação é catalisada pela γ -

glutamil-cisteína sintetase. O segundo passo, que engloba a adição de glicina ao dipeptídeo, é catalisada pela enzima glutatona sintetase (VALENCIA et al., 2001).

Segundo BOUNOUS & GOLD (1991), o fluxo interno de cisteína, glutamato e glicina (componentes da GSH), pode ser insuficiente sob determinadas circunstâncias. Há várias evidências que demonstram ser a cisteína um fator limitante na síntese de GSH. Porém, a suplementação da dieta com cisteína livre não representa o caminho ideal para se elevar a produção de glutatona celular por ser tóxica e facilmente oxidada. Já, a cistina (duas cisteínas ligadas por ligações dissulfeto) liberada durante a digestão no trato gastrintestinal é mais estável do que a cisteína livre porque a ligação dissulfeto é resistente à ação da tripsina e pepsina, podendo ser absorvida e reduzida a duas moléculas de cisteína ao entrar na célula.

O sistema GSH intracelular é fortemente regulado, não sendo encontrado valores substancialmente elevados em animais normais. Existe, porém, um aumento na demanda por GSH durante a proliferação de linfócitos no desenvolvimento da resposta imune e, conseqüentemente, na produção de anticorpos, células de defesa e linfócitos T no citosol (BOUNOUS, 1997).

A diminuição dos níveis de glutatona está associada com a diminuição da resposta imune. A glutatona intracelular está diretamente relacionada à habilidade dos linfócitos em responder a estímulos imunogênicos em animais, como por exemplo, em presença de células vermelhas de carneiro, uma medida da resposta imune humoral que protege o organismo contra uma variedade de doenças. Pesquisadores têm demonstrado que a resposta imune humoral, a qual envolve a produção de anticorpos, requer rápida síntese protéica que, por sua vez, requer uma adequada ingestão de aminoácidos essenciais provenientes da dieta, aminoácidos estes, encontrados em abundância nas proteínas de soro de leite (BRINK, 1996).

Os avanços no estudo da sequência de aminoácidos de proteínas dos alimentos têm permitido investigar a ocorrência de grupos glutamil-cisteína em

proteínas de soro de leite, e sua possível relação com a produção de glutatona. De fato, o concentrado protéico de soro de leite bovino contém quantidades substanciais de grupos glutamilstina. O mesmo não acontece com a caseína, que não aumenta a glutatona dos tecidos em camundongos. Os grupos glutamilstina se localizam, principalmente, na fração de albumina sérica (6 grupos por molécula). Estes grupos são extremamente raros em proteínas animais e vegetais (BOUNOUS & GOLD, 1991).

Segundo SGARBIERI (1996), a albumina de soro de leite parece ser idêntica à proteína encontrada no soro sanguíneo. A soro albumina bovina (BSA) passa para o leite através do sistema vascular, possivelmente por vias similares às das imunoglobulinas do soro. A BSA é a proteína mais abundante no plasma sanguíneo, representando 60% da massa total de proteínas plasmáticas. É constituída de uma única cadeia polipeptídica com 582 resíduos de aminoácidos e PM 66.000. Apresenta um grupo sulfidrilo (-SH) livre na posição 34 (N-terminal) e 17 pontes dissulfeto intramolecular.

2.4 Aproveitamento de Sangue Animal

Do processamento da carne resultam diversos subprodutos: sangue, vísceras, ossos, entre outros. Como dito anteriormente, o sangue animal contém em torno de 18% de proteína, semelhante à carne, e suas proteínas, particularmente as do plasma, apresentam elevado valor nutritivo e propriedades funcionais (alta solubilidade e alto poder emulsificante e espumante) para serem usadas como ingredientes em produtos alimentícios para humanos e animais (TYBOR et al., 1975; PISKE, 1982; GÓMEZ-JUÁREZ, 1999; DUARTE & SGARBIERI, 2000; PRATA, 2002).

O bovino produz, em média, de 10 a 12 Kg de sangue no abate. Nos dois primeiros trimestres de 2003 foram abatidas 10.458.581 cabeças de bovinos no Brasil (IBGE, 2003), o que representa uma produção de aproximadamente 100.000.000 kg de sangue no período, que até o momento é sub-utilizada, sendo

uma pequena parte comercializada para a manufatura de alimentos processados (embutidos, produtos de panificação), farinhas de sangue e plasma para alimentação animal, fertilizante e produtos farmacêuticos.

No Brasil, o plasma desidratado empregado na alimentação de leitões é, em maior parte, importado, proveniente da empresa norte-americana APC (American Protein Corporation). Recentemente, foi estabelecida no Brasil a empresa HEMOPROT, do grupo francês VAPRAN (Valorization de Protéines Animales), especializada em produção de proteína de sangue para utilização em embutidos e para alimentação animal, sediada na cidade Novo Mundo, MS. A empresa brasileira TecSoro é especializada na produção de soro bovino (para a produção de vacinas em geral), plasma congelado (para aplicação em embutidos) e hemoglobina (como corante natural em produtos cárneos).

2.5 Composição e Processamento do Sangue

O sangue é constituído de uma porção sólida, rica em componentes celulares (eritrócitos, leucócitos e plaquetas) e de uma porção fluida denominada plasma, que contém diferentes tipos de proteína e moléculas orgânicas e inorgânicas em solução. As proteínas mais abundantes no sangue são a hemoglobina nos eritrócitos e albumina no plasma (HALLIDAY, 1975).

As proteínas do plasma constituem em 7,9% do volume total do plasma. As principais proteínas do plasma são albuminas (3,3%), fibrinogênio (0,4%) e globulinas (imunoglobulinas, α e β -globulinas) (4,2%) (HOWELL & LAURIE, 1983).

Na sangria, apenas 50% do volume total do sangue podem ser removidos. O restante fica retido no coração, vasos sanguíneos e musculatura. A utilização do sangue para fins alimentícios exige precauções durante a coleta e processamento para que se garantam baixos níveis de contaminação microbiológica.

Uma coleta higiênica pode ser feita com a utilização de facas especiais de sangria, comumente denominadas “facas-vampiro”. Neste sistema, utiliza-se uma faca oca e esterilizada que é introduzida diretamente no sistema arterial e o sangue flui por meio de um tubo a um recipiente estéril (AKERS, 1973). Com este método, tomando-se as precauções necessárias como inspeção e limpeza dos animais, pode-se obter contagem bacteriana de 10 a 10^2 microrganismos por mililitro de sangue, que é mínima comparada com a do método aberto, onde o sangue é coletado em recipientes ou calhas e a contagem pode chegar a 10^5 microrganismos/mL (GORDON, 1971; GRAHAM, 1978).

No processamento do sangue, a centrifugação tem sido amplamente utilizada nas indústrias para separar o plasma da fração celular. O plasma difere do soro, o qual é obtido quando ocorre a coagulação sanguínea, liberando trombina que reage com o fibrinogênio e o transforma em fibrina insolúvel quando o sangue é removido do sistema arterial, capturando grande parte dos eritrócitos e dando origem ao coágulo e ao soro. Para impedir a coagulação, a fibrina poder ser removida mediante rápida agitação mecânica ou ser tratada com anticoagulante. Os anticoagulantes seqüestram íons cálcio, imprescindíveis para a formação de trombina. Desse modo, as células se mantêm intactas e podem ser removidas por centrifugação, obtendo-se o plasma (GUNSTONE, 1980).

O citrato de sódio, na proporção de 0,3-0,9% em relação ao volume de sangue, tem sido o anticoagulante mais utilizado industrialmente (HALLIDAY, 1973, 1975). Sais de ácido fosfórico, embora muito eficientes, têm seu uso restringido pela legislação da maioria dos países e o cloreto de sódio apresenta o efeito indesejável de causar hemólise, quando usado nas proporções citadas (PISKE, 1982).

Após a separação, as frações sanguíneas, quando não processadas ou utilizadas imediatamente, devem ser submetidas a processos de conservação, pois devido à sua composição, sofrem rapidamente deterioração química, enzimática e

microbiológica. As frações podem ser acondicionadas em sacos plásticos, rapidamente congeladas e armazenadas em câmaras frias a -25°C. As frações podem ser separadas por liofilização, “spray-dryer” ou rolos secadores (“drum-dryer”) HALLIDAY (1973).

A liofilização não é um método viável economicamente para a produção das frações para fins alimentícios e, na desidratação por “drum-dryer”, o material permanece em contato prolongado com a superfície aquecida do equipamento, o que reduz o valor nutricional e funcional do produto final. O “spray-dryer” utiliza temperaturas de secagem mais baixas e o material é exposto rapidamente ao ar aquecido, sendo, portanto, mínimas as perdas nutricionais neste processo de desidratação (RUSIG, 1979).

Recomenda-se a ultrafiltração do plasma antes da desidratação para diminuir o tempo de exposição ao calor e economizar energia com menor tempo de secagem. O teor de sólidos no plasma pode passar de 9% a 20-25% com a ultrafiltração. FERNANDO (1981) concentrou o plasma bovino por ultrafiltração e assinalou a vantagem do processo quando comparado com a evaporação à vácuo, devido aos menores custos de operação. Devido à alta porcentagem de sólidos (aproximadamente 30%), o sangue integral e a massa celular podem ser desidratados sem a necessidade de se efetuar uma concentração prévia (SATTERLEE, 1975).

2.6 Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE)

A encefalopatia espongiforme bovina (BSE), comumente conhecida como “doença da vaca louca”, é uma enfermidade neuro-degenerativa que afeta o sistema nervoso central dos bovinos, tendo sido primeiramente diagnosticada em 1986 na Grã-Bretanha. No final de 1987, o Departamento de Epidemiologia do Laboratório Veterinário Central daquele país identificou que a disseminação da doença na população bovina ocorria através do consumo de farinha de carne e ossos, obtida a partir da carcaça de animais contaminados e incorporada à ração dos bovinos.

Outras formas de disseminação não foram plenamente demonstradas, mas não podem ser descartadas, como por exemplo, a transmissão vertical da vaca ao bezerro (USDA/APHIS, 2002).

A BSE pertence a um grupo de doenças conhecidas como Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis (TSEs), assim denominadas devido ao tipo de lesão que causam no cérebro. Algumas das TSEs incluem a Scrapie, que afeta ovinos e caprinos, a Doença de Creutzfeldt-Jakob (CJD), que afeta o homem mas, em geral, pacientes idosos e a nova Variante da CJD (vCJD), que afeta pacientes jovens. Existem evidências de que a vCJD resulta do consumo de produtos de bovinos infectados com BSE.

A vCJD foi reconhecida em 1996 na Grã-Bretanha e desde então, essa variante da CJD foi associada á epidemia de BSE que afetava a população de bovinos do mesmo país. Esta teoria é fundamentada em evidências epidemiológicas e mais recentemente em estudos experimentais.

Devido ao recente episódio sobre a BSE na Europa, muitas questões têm sido levantadas concernentes à possibilidade do sangue e dos produtos de sangue contribuírem para a disseminação da doença. Essas questões surgiram, principalmente devido à decisão do Conselho Europeu de 4 de dezembro de 2000, relativa à determinação de medidas de proteção às encefalopatias espongiformes transmissíveis e à utilização de proteínas animais na alimentação animal, quando a União Européia proibiu temporariamente a utilização de produtos de origem animal, incluindo o sangue e seus subprodutos, na alimentação de animais mamíferos de produção (EUROPA, 2000). É importante salientar que o conselho baseou sua decisão no fato de que as inspeções identificaram falhas sistemáticas na aplicação das normas comunitárias em vários Estados-Membros e produtos processados de origem animal que estavam proibidos (não incluindo aqui o sangue e seus subprodutos) foram encontrados em alimentos comerciais para ruminantes. Entretanto, a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1997) concluiu que o sangue e

plasma não são tecidos infectivos e foram incluídos na categoria IV, tecidos com nenhuma infecciosidade detectada (Tabela 1).

Tabela 1. Categoria de infecciosidade dos órgãos e tecidos animais

Categoria	Órgãos/Tecidos
Categoria I Alta Infecciosidade	Encéfalo, medula espinal, olhos
Categoria II Infecciosidade Média	Baço, amígdalas, linfonodos, íleo, cólon proximal e distal, líquido cefalorraquidiano, pituitária, placenta, glândula adrenal, dura mater, glândula pineal
Categoria III Baixa Infecciosidade	Nervos periféricos, mucosa nasal, timo, medula óssea, fígado, pulmão, pâncreas
Categoria IV Nenhuma Infecciosidade Detectada	Tecido muscular, coração, glândula mamária, colostro, leite, soro, sangue, fezes, rins, teróide, glândulas salivares e saliva, ovário, útero, testículos, vesícula seminal, tecido fetal.

Fonte: WHO, 1997

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria-prima

O sangue bovino foi coletado pela empresa TecSoro Comercial LTDA, no frigorífico GJota, na cidade de Promissão-SP, proveniente de bovinos sadios que receberam controle sanitário realizado por médicos veterinários do Serviço de Inspeção Federal (SIF). O sangue foi coletado por punção direta no sistema arterial (Arcus aortae) imediatamente após o abate, em recipiente contendo solução de citrato de sódio como anticoagulante, na concentração de 0,3% (p/v).

Imediatamente após a coleta o sangue foi centrifugado em centrífuga de pratos, resfriado a 4°C e congelado a -25°C, sendo então transportado para o Instituto de Tecnologia de Alimentos de Campinas (ITAL), onde, posteriormente, foi descongelado por 36 horas em sala refrigerada a 4°C e desidratado em "Spray Dryer" (Niro Atomizer, modelo F11 D-A-P).

O plasma comercial utilizado no preparo das rações experimentais foi o AP-920 produzido pela APC - American Protein Corporation-AMES, IOWA 50010 U.S.A. Optou-se pela utilização do AP-920 devido ao fato de ser o mais utilizado no Brasil pelas indústrias de ração animal e, também, por não ter adição de aminoácidos e hemácias em sua composição, o que o torna mais próximo ao plasma desenvolvido neste trabalho em relação à composição em aminoácidos e minerais.

Foi realizado, inicialmente, um primeiro ensaio para testar duas diferentes temperaturas de secagem (170°C e 200°C, condições adotadas para temperaturas de entrada do ar no "Spray Dryer").

3.2 Métodos Analíticos

3.2.1 Composição centesimal

A umidade, o nitrogênio total e as cinzas foram determinados de acordo com

os procedimentos da AOAC (1990). A proteína total foi obtida multiplicando-se o nitrogênio total pelo fator 6,25.

Os lípidios totais foram determinados segundo o método descrito por BLIGH & DYER (1959).

Os carboidratos totais foram determinados por método colorimétrico, segundo DUBOIS et al. (1958).

3.2.2 Composição em aminoácidos

Para a determinação da composição em aminoácidos, as amostras foram hidrolisadas com HCl 6N por 22 horas a 110°C. Após a incubação, o ácido clorídrico foi evaporado e, após recuperação da amostra em tampão citrato pH 2,2, uma alíquota de 25 µL foi injetada no analisador Dionex DX 300, para separação dos aminoácidos em coluna de troca iônica e reação pós-coluna com ninidrina, usando-se como referência solução padrão de aminoácidos Pierce.

O triptofano foi determinado segundo SPIES (1967), após hidrólise enzimática com pronase a 40°C durante 24 horas, seguido de reação colorimétrica com 4-dimetil amino benzaldeído (DAB) em ácido sulfúrico 21,2N e leitura a 590nm.

3.2.3 Determinação de minerais

Cálcio, fósforo, sódio, magnésio, zinco e cobre foram determinados após mineralização das amostras em mufla a 450°C e diluição em ácido nítrico 5% (ANGELUCCI & MANTOVANI, 1986).

Para análise de ferro, as amostras foram submetidas a processo de destruição da matéria orgânica por via úmida com ácido nítrico e peróxido de hidrogênio até digestão completa, sendo então diluídas em ácido clorídrico 5% (SLAVIN et al., 1975). A quantificação dos minerais foi realizada em espectrômetro de emissão de

plasma de argônio (ICP-2000 BAIRD), versão simultânea, frequência de 40 Mhz, potência de 1000 W, nebulizador pneumático concêntrico e tocha de baixo fluxo. O fluxo de entrada das amostras foi de 3mL/min. e do argônio de 15 mL/min. (IMO INDUSTRIES INC ICP-2000 BAIRD, 1990).

O cloreto foi determinado pelo método de VOLHARD, segundo ANGELUCCI & MANTOVANI (1986). O método baseia-se na argentometria indireta, que consiste em precipitar o cloreto com excesso de nitrato de prata e titular a prata residual, em presença de ácido nítrico, com uma solução padrão auxiliar de tiocianato de amônio, empregando-se o sulfato férrico como indicador.

3.2.4 Solubilidade

A solubilidade da proteína foi determinada em água, sendo o pH ajustado para 7,0 com solução de NaOH 0,1N, segundo método de MORR et al. (1985), sendo uma modificação do índice de solubilidade do nitrogênio.

3.2.5 Lisina disponível

Foi utilizada a metodologia descrita por KAKADE & LIENER (1969), na qual a lisina é determinada at

ravés da reação com ácido trinitrobenzeno sulfônico (TNBS), resultando no derivado trinitrofenil de coloração amarela. A quantificação da lisina disponível foi feita por espectrofotometria, onde a absorvância é lida a 346 nm.

3.2.6 Digestibilidade *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* da proteína foi determinada de acordo com AKESON & STAHMANN (1964), pela digestão das amostras com pepsina e pancreatina. O hidrolisado foi separado da fração não digerida (sólida) por precipitação em ácido tricloroacético 30% e centrifugação. O mesmo procedimento foi utilizado para se obter os brancos da enzima e da amostra. A digestibilidade foi

calculada considerando-se o nitrogênio do hidrolisado e empregando-se a seguinte relação:

$$\text{Digestibilidade (\%)} = \frac{\text{Nd} - \text{Nbe} - \text{Nba}}{\text{Nt} - \text{Nba}} \times 100$$

Onde:

Nd = nitrogênio digerido;

Nbe = nitrogênio do branco da enzima;

Nba = nitrogênio do branco da amostra;

Nt = nitrogênio total.

3.2.7 Contagem microbiológica

A contagem microbiológica foi realizada nos plasmas experimentais para bactérias do grupo coliforme (total e fecal), *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, bolores, leveduras e microrganismos mesófilos, utilizando o método de VANDERZANT & SPLITTSTOESSER (1992).

3.2.8 Atividade de água

A atividade de água foi determinada diretamente pelo higrômetro marca Decagon (USA), à temperatura de 25°C. O resultado é a média de 3 medidas em porções diferentes da amostra.

3.3 Experimento com Leitões

O experimento foi conduzido nas instalações de creche do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, em Piracicaba – SP, no período de fevereiro a março de 2001.

A sala de creche possui 20 gaiolas metálicas suspensas, medindo 1,20m x 1,50m, providas de comedouro automático, bebedouro tipo chupeta e lâmpadas infra-vermelhas de 250 Watts. Antes do início do experimento, a creche foi limpa e desinfetada, permanecendo vazia por um período de 5 dias.

Foram utilizados 72 leitões, provenientes da Granja Irmãos Hendrix, Holambra – SP, sendo 36 machos castrados e 36 fêmeas, obtidos do cruzamento de fêmeas Seghers F1 com machos terminadores Seghers Turbo 33. Os leitões foram desmamados aos 20 ± 1 dias de idade com peso médio de 5,63 Kg.

Os animais foram distribuídos de acordo com peso e sexo em três tratamentos e seis repetições, sendo a unidade experimental representada por uma gaiola contendo quatro leitões (dois machos e duas fêmeas). O período experimental foi constituído de duas fases, sendo a Fase I de 0 a 14 dias e a Fase II de 15 a 35 dias de experimentação. Foram utilizados 3 tratamentos: Controle - dieta basal, a base de milho e farelo de soja (controle negativo) ; PC - dieta contendo 7,0% e 2,0% de plasma comercial, nas fase I e II (0-14 e 15-35 dias), respectivamente (controle positivo); PE - dieta basal contendo 7,0% e 2,0% de plasma experimental, nas fases I e II (0-14 e 15-35 dias), respectivamente.

As rações experimentais foram formuladas de acordo com os padrões propostos pelo NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1998) de modo a atender à exigências nutricionais de suínos na fase inicial. A composição percentual das rações e os nutrientes calculados de cada uma delas estão apresentados nas Tabelas 2 e 3. As rações foram preparadas em um misturador vertical, sendo processados 225 kg por tratamento na primeira fase (1-14 dias) e 450 kg na segunda fase (15-35 dias). O plasma e demais ingredientes da pré-mistura foram processados em um misturador em Y.

Tabela 2. Composição percentual e valores calculados das dietas experimentais - Fase I

Ingredientes	Controle	PC	PE
Milho moído	50,47	58,92	58,60
Farelo de soja 45%	30,90	17,20	17,40
Plasma AP 920	---	7,00	---
Plasma Experimental	---	---	7,00
Açúcar	4,00	4,00	4,00
Óleo vegetal	1,90	---	---
Calcáreo 37% Ca	1,00	1,40	1,00
Fosfato bicálcico	1,70	1,10	1,80
Filito	---	1,10	0,90
Sal moído	0,58	0,06	---
Lactose	3,20	3,20	3,20
Leite em pó integral	5,00	5,00	5,00
Óxido de zinco	0,34	0,34	0,34
Cloreto de colina 50%	0,05	0,05	0,05
DL Metionina 98%	0,15	0,17	0,16
L-Lisina 98%	0,34	0,20	0,22
L-Treonina 98%	0,17	0,05	0,03
Banox	0,01	0,01	0,01
Suplemento vitamínico ^a	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral ^b	0,10	0,10	0,10
	Valores Calculados		
Energia digestível kcal/kg	3.250	3.250	3.250
Proteína bruta %	19,49	19,51	19,50
Fibra bruta %	3,05	2,33	2,38
Lactose%	5,00	5,00	5,00
Cálcio Total	0,97	0,94	0,96
Fósforo Total %	0,61	0,56	0,58
Fósforo disponível %	0,45	0,44	0,46
Sódio %	0,25	0,25	0,26
Lisina %	1,35	1,35	1,35
Metionina %	0,47	0,47	0,47
Treonina %	0,88	0,88	0,88
Triptofano %	0,25	0,26	0,25
Metionina+Cistina %	0,76	0,87	0,85

^aSuprindo as seguintes quantidades por kg de ração: vit.A, 8.000 UI; vit. D₃. 1.500 UI; vit. E, 18 mg; vit. K₃, 2 mg; vit. B₁, 1,5 mg; vit. B₂, 4 mg; vit. B₆,1,5 mg; vit. B₁₂, 18 mg; ácido fólico, 0,4 mg; biotina, 0,1 mg; pantotenato de cálcio, 15 mg; niacina, 30 mg; selênio, 0,12 mg.

^bSuprindo as seguintes quantidades por kg de ração: manganês, 45 mg; cobre, 15 mg; zinco, 80 mg; ferro, 88 mg; iodo, 1 mg.

Tabela 3. Composição percentual e valores calculados das dietas experimentais - Fase II

Ingredientes	Controle	PC	PE
Milho moído	50,42	53,53	53,35
Farelo de soja 45%	32,40	28,30	28,40
Plasma AP 920	---	2,00	---
Plasma Experimental	---	---	2,00
Açúcar	4,00	4,00	4,00
Óleo vegetal	2,80	2,00	2,00
Calcáreo 37% Ca	1,00	1,10	1,00
Fosfato bicálcico	1,70	1,60	1,80
Filito	---	---	---
Sal moído	0,50	0,35	0,34
Lactose	4,10	4,10	4,10
Leite em pó integral	2,50	2,50	2,50
Óxido de zinco	---	---	---
Cloreto de colina 50%	0,05	0,05	0,05
DL Metionina 98%	0,03	0,04	0,04
L-Lisina 98%	0,22	0,18	0,19
L-Treonina 98%	0,76	0,42	0,03
Banox	0,01	0,01	0,01
Suplemento vitamínico ^a	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral ^b	0,10	0,10	0,10
	Valores Calculados		
Energia digestível kcal/kg	3.250	3.250	3.250
Proteína bruta %	19,52	19,49	19,50
Fibra bruta %	3,15	2,94	2,94
Lactose%	5,00	5,00	5,00
Cálcio Total	0,94	0,95	0,95
Fósforo Total %	0,61	0,61	0,60
Fósforo disponível %	0,44	0,45	0,45
Sódio %	0,22	0,22	0,22
Lisina %	1,25	1,25	1,25
Metionina %	0,35	0,35	0,35
Treonina %	0,81	0,81	0,81
Triptofano %	0,26	0,26	0,26
Metionina+Cistina %	0,64	0,67	0,67

^aSuprindo as seguintes quantidades por kg de ração: vit.A, 8.000 UI; vit. D₃. 1.500 UI; vit. E, 18 mg; vit. K₃, 2 mg; vit. B₁, 1,5 mg; vit. B₂, 4 mg; vit. B₆,1,5 mg; vit. B₁₂, 18 mg; ácido fólico, 0,4 mg; biotina, 0,1 mg; pantotenato de cálcio, 15 mg; niacina, 30 mg; selênio, 0,12 mg.

^bSuprindo as seguintes quantidades por kg de ração: manganês, 45 mg; cobre, 15 mg; zinco, 80 mg; ferro, 88 mg; iodo, 1 mg.

Durante o período experimental os animais receberam água e ração à vontade. A cada sete dias foram feitas pesagens individuais dos animais e medido o consumo de ração de cada unidade experimental, para cálculo do ganho diário médio de peso (GDP), consumo diário médio de ração (CDR) e conversão alimentar média (CA).

Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância PROC GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analysis System, 1993), e a médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Ao final das Fases I e II, foi sacrificado um animal (por sorteio) de cada unidade experimental (6 animais por tratamento), para coleta de amostras de fígado, baço e intestino delgado. As amostras de fígado e baço foram imediatamente congeladas e armazenadas em nitrogênio líquido para posterior análise de glutatona.

Ao final da Fase II, foi realizada, também, a coleta de sangue da veia jugular de todos os animais, após período de jejum de 12 horas.

O volume de sangue, coletado da veia jugular, foi de 5 mL por animal, em seringas heparinizadas. O plasma foi separado por centrifugação a 3000 x g por 20 minutos e preparada uma mistura de volumes equivalentes de plasma, de tal forma que cada uma representasse os animais de uma baía, correspondentes a uma unidade experimental. O plasma foi mantido em refrigeração por 6 horas e, então enviado ao Laboratório de Análises Clínicas PREVLAB de Piracicaba – SP, para análise de proteína total, albumina, uréia, colesterol e triglicérides.

3.4 Determinações Bioquímicas no Plasma Sanguíneo

A análise do plasma para proteína total, albumina, uréia, colesterol total e triglicérides foi realizada em auto analisador TECHNICON SMA 12/60 no Laboratório de Análises Clínicas Humana PREVLAB, em Piracicaba – SP.

Os valores de globulinas no plasma foram calculados por diferença entre os teores de proteína total e de albumina correspondentes e, portanto, são considerados valores aproximados, uma vez que foi desconsiderado o teor plasmático de fibrinogênio.

3.5 Determinação de Glutathiona e Proteína Total

A glutathiona foi determinada em triplicata no baço e fígado dos animais experimentais de acordo com o método de SAVILLE (1958), para determinação de tióis. O método é fundamentado na conversão de tióis e outras moléculas possuidoras de grupo SH, em seu derivado S-nitroso, o qual é hidrolisado em ácido nitroso em presença de íons de mercúrio. Por sua vez, o ácido nitroso em presença de sulfanilamida e N-1-naftiletilenodiamina forma um complexo de coloração azul brilhante que absorve luz no comprimento de onda de 700nm. Os resultados foram expressos em $\mu\text{mol/g}$ de tecido úmido.

A proteína foi determinada em triplicata nos órgãos dos animais pelo método de BRADFORD (1976) modificado por SEDMAK & GROSSBERG (1977), no qual a concentração de proteína é determinada através de sua associação ao corante Coomassie Brilliant Blue G-250, e analisada a 595nm. A associação da proteína com o corante se dá em dois minutos e sua coloração é estável por um período de 60 minutos. A reta padrão de proteína foi elaborada com solução padrão de soroalbumina bovina (BSA).

3.6 Estudo da Morfologia Intestinal

Para as análises histológicas, foram colhidas amostras de aproximadamente 3 cm de comprimento da porção proximal do duodeno, jejuno e íleo de cada leitão, em formol 10%. As amostras foram então acondicionadas em líquido fixador de McDowell por 24 horas. Após fixação, o material foi desidratado em concentrações crescentes de álcool a 70, 90 e 100%, sendo diafanizado por passagem em três banhos de xilol e incluídos em historesina. Posteriormente, os blocos de historesina foram preparados e cortados em micrótomo automático Reichert-Jung 2066, obtendo-se cortes de espessura de 3 μ m. Os cortes foram colhidos em lâminas de vidro e corados pelo método hematoxilina-eosina (BANCROFT & STEVENS, 1982).

Em função das condições não satisfatórias dos cortes histológicos incluídos em historesina, foram realizados novos cortes nas amostras intestinais conservadas em álcool 70%, após fixação. As amostras foram cortadas em criomicrotomo Reichert-Jung, obtendo-se cortes de 200 μ m de espessura. Os cortes foram colhidos em lâminas de vidro e corados com solução de safranina 0,25%. A avaliação morfométrica foi realizada nos cortes histológicos cujas vilosidades e criptas se apresentaram bem orientadas (cortados perpendicularmente à *muscularis mucosae*).

A morfologia dos seguimentos intestinais, incluindo altura das vilosidades e profundidade de cripta, foram determinadas por análises computadorizadas de imagem de cortes histológicos, com o emprego de uma lente objetiva de 12,5x. As imagens foram capturadas pelo software GLOBAL LAB Image (Data Translation), através de um Microscópio Ótico Jenaval, MO 03.01B, marca Carl Zeiss e transferidas para um computador (Pentium 1GH) através de uma câmera de vídeo CCD MO KPM1U, marca Hitachi Denshi. Para análise das imagens, foi utilizado o software Scion Image for Windows, release Beta 4.0.2 (Scion Corporation).

As medidas avaliadas (Figura 2) foram determinadas conforme descrito a seguir:

- Altura da vilosidade (AV): distância do ápice da vilosidade até a junção vilosidade-cripta.
- Espessura total da mucosa (ETM): distância do ápice da vilosidade até a *muscularis mucosae*.
- Profundidade da cripta (PC): obtida subtraindo-se a altura da vilosidade da espessura total da mucosa.
- Relação vilosidade:cripta (RVC): altura da vilosidade dividida pela altura da cripta correspondente.

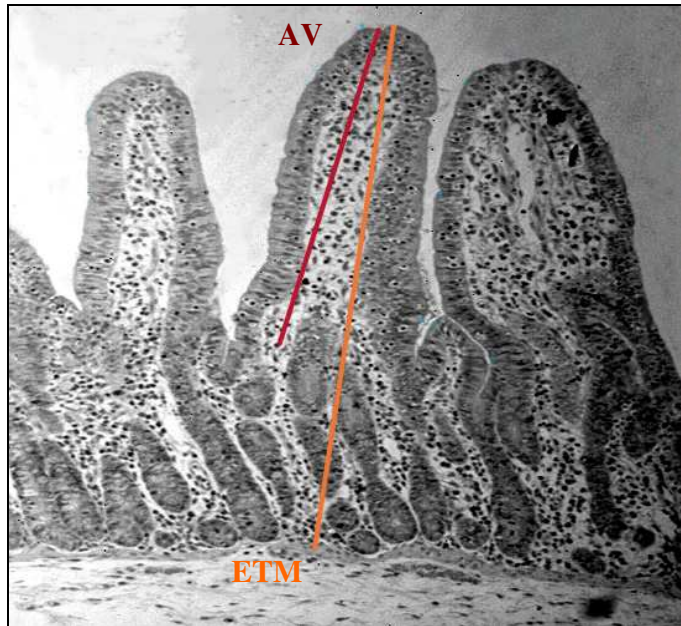


Figura 2. Delineamento da altura da vilosidade (AV) e espessura total da mucosa (ETM), num aumento de 125 vezes (esquema sem escala).

3.7 Incidência da Diarréia

A incidência da diarréia foi avaliada diariamente nos 14 dias da Fase I e nos 21 dias da Fase II, por um único observador com base num período de 2 horas de observação pela manhã. A gravidade foi determinada visualmente, atribuindo-se nota de 0 a 2 de acordo com a seguinte escala: 0 para fezes normais, 1 para diarréia leve (fezes moles mas não fluidas) e 2 para diarréia severa (fezes fluidas) (BALL & AHERNE, 1982; MORES et al., 1990).

3.8 Análise Estatística

Exceto para os dados de desempenho (análise estatística descrita no item 3.3), a análise estatística dos demais dados experimentais foi realizada pelo software Statistica® 5.0 (Stasoft, USA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), através do teste F e as diferenças entre as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância (PIMENTEL GOMES, 1982).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados do Teste de Secagem em Diferentes Temperaturas

4.1.1 Composição centesimal

Os resultados da composição centesimal do plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET170), plasma experimental teste desidratado a 200°C (PET200) e plasma comercial (PC) estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que o PC apresenta um valor de proteína 9,9% superior em relação aos plasmas experimentais (PET170 e PET200). O valor de cinzas nos plasmas PET170 e PET200 apresenta-se em torno de 88% mais elevado em relação ao PC.

Esta primeira coleta foi feita em um frigorífico higienicamente adequado à obtenção do sangue, onde já se realiza o processamento do sangue para a obtenção de soro bovino destinado à indústria farmacêutica pela empresa Tec Soro, tendo sido, portanto, usado o mesmo anticoagulante e nas proporções utilizadas pela empresa. Devido ao elevado conteúdo mineral e ao elevado teor de sódio na amostra PET170 (Tabela 7), atribuído à utilização de citrato de sódio como anticoagulante a uma concentração de 0,6% (p/v) durante a coleta do sangue, para obtenção do produto final destinado ao preparo das rações experimentais foi estabelecido um acordo com a empresa onde a solução anticoagulante foi adicionada ao sangue na proporção de 0,3% (p/v). Dessa forma, obteve-se uma diminuição na concentração mineral no plasma experimental (PE), com consequente aumento na concentração de proteína (Tabela 6).

Tabela 4. Composição centesimal do plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET170), plasma experimental teste desidratado a 200°C (PET200) e plasma comercial (PC)

Componentes (%)	PET170	PET200	PC
Umidade	5,82 ± 0,04 ^b	5,47 ± 0,05 ^b	10,53 ± 0,28 ^a
Cinzas	19,35 ± 0,22 ^a	19,12 ± 0,06 ^a	10,20 ± 0,08 ^b
Proteína	69,13 ± 0,12 ^b	69,41 ± 0,24 ^b	76,11 ± 0,01 ^a
Carboidratos	3,18 ± 0,01 ^b	3,32 ± 0,02 ^a	1,98 ± 0,01 ^c
Lipídeos	1,42 ± 0,03 ^a	1,38 ± 0,04 ^a	0,92 ± 0,28 ^b

Valores expressos como média de três determinações ± desvio padrão

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$)

4.1.2 Solubilidade da proteína

A solubilidade das proteínas dos plasmas experimentais não apresentou diferença estatística significativa com a variação da temperatura de secagem, e também não diferiram estatisticamente do plasma comercial. Os valores de solubilidade das proteínas em água (pH 7,0) foram de 39,5; 39,39 e 38,5%, respectivamente, para PET 170, PET 200 e PC.

Os valores encontrados são inferiores aos reportados por TYBOR et al. (1975) de 65% de solubilidade para plasma desidratado em “spray” à temperatura de 160°C. Para plasma liofilizado, os autores encontraram 90% de solubilidade neste pH.

4.1.3 Avaliação nutricional *in vitro*

A qualidade de uma proteína é uma consequência do seu balanço em aminoácidos e da sua digestibilidade. O valor nutritivo de alimentos protéicos não depende somente do conteúdo de aminoácidos essenciais, mas também, da disponibilidade fisiológica dos mesmos. A lisina é um aminoácido essencial e sua deficiência pode afetar o crescimento de animais. Em trabalhos onde se estuda o

valor nutricional da proteína, a determinação de lisina disponível é mais importante que a de lisina total. Também está estabelecido que a lisina deve ter um grupo ϵ -amino livre para ser biologicamente disponível (ERKLUND,1976). Em muitos alimentos, a lisina é limitante não só pela pequena quantidade incorporada à proteína durante a biossíntese, mas também devido a reações químicas secundárias e fatores como luz, calor, álcali e açúcares redutores, que tornam a mesma nutricionalmente indisponível (HOLGUIN & NAKAI, 1980).

Em função da utilização biológica de uma proteína estar diretamente relacionada com a velocidade e ordem de liberação e a composição dos aminoácidos essenciais resultante de sua hidrólise pelas proteases gástricas, pancreáticas e intestinais, os métodos de determinação da digestibilidade protéica *in vitro* têm sido utilizados como base da estimativa do valor nutritivo das proteínas e da disponibilidade de seus aminoácidos essenciais. Estes vêm sendo amplamente utilizados em substituição aos ensaios biológicos que normalmente requerem grandes quantidades de amostras, são caros, demorados e impróprios para análises de rotina (SWAISGOOD & CATIGNANI, 1991).

Com o objetivo de eliminar contaminações microbiológicas, os produtos derivados do sangue animal, sofriam, no passado, tratamento térmico intensivo através dos processos de secagem por tambor ou rolo secador, os quais resultavam em produtos de baixa qualidade quanto à digestibilidade, solubilidade e granulometria. O processamento por "spray dryer" melhorou sensivelmente a qualidade dessas fontes protéicas, devido à manutenção da integridade ou funcionalidade dos componentes da proteína, bem como a disponibilidade dos aminoácidos, além de não requerer processamento posterior, pois o tamanho das partículas pode ser controlado pelo emprego do atomizador, diminuindo as chances de contaminação do produto (KATZ et al., 1994).

Os resultados da avaliação nutricional *in vitro* estão apresentados na Tabela 5. O índice de lisina disponível indica a quantidade de lisina que reage com o TNBS e que uma vez absorvida, estaria em sua forma ativa para ser utilizada pelo organismo. Por ser um aminoácido reativo, a determinação de sua disponibilidade pode servir como indicador do efeito do processamento.

A determinação de lisina biodisponível nos plasmas experimentais indicou que as diferentes temperaturas de secagem utilizadas no processo não alteraram a quantidade de lisina reativa com o TNBS. A porcentagem de lisina disponível nas amostras estudadas foi ao redor de 100%, indicando que o valor nutricional das proteínas do plasma foi preservado.

Na determinação da digestibilidade *in vitro* não se observaram diferenças entre o PET170 e o PC, os quais foram significativamente superiores ao PET200. É possível que o aumento da temperatura de secagem tenha provocado desnaturação e subsequente complexação das proteínas na amostra PET200, dificultando o processo de hidrólise pelas enzimas pancreáticas. Existe, também, a possibilidade de ter ocorrido uma maior intensidade da reação de Maillard.

Tabela 5. Valores de lisina disponível e digestibilidade *in vitro* para plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET 170), plasma experimental teste desidratado a 200°C (PET 200) e plasma comercial (PC).

Índices Avaliados	PET 170	PET 200	PC
Lisina disponível (g lisina/100g de proteína)	6,78 ± 0,02 ^a	6,64 ± 0,04 ^a	6,65 ± 0,04 ^a
Digestibilidade (%)	91,51 ± 0,33 ^a	87,96 ± 0,04 ^b	91,49 ± 0,07 ^a

Valores expressos como média de duas determinações ± desvio padrão
Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística (P ≤ 0,05)

De acordo com os resultados das análises de composição centesimal, lisina disponível, digestibilidade *in vitro*, e solubilidade, realizadas nos plasmas desidratados em “spray dryer”, em duas diferentes temperaturas (170°C e 200°C), não foram encontradas diferenças significativas nos dois produtos, exceto para a digestibilidade *in vitro* que se apresentou estatisticamente superior no plasma desidratado a 170°C. Deste modo, optou-se por desidratar o plasma a ser utilizado nas dietas experimentais a 170°C.

4.2 Composição Centesimal do Produto Final

Os resultados da composição centesimal do plasma experimental (PE) e PC estão apresentados na Tabela 6. Com a utilização de citrato de sódio como anticoagulante na proporção de 0,3% (p/v) para a obtenção do PE utilizado no preparo das dietas experimentais, observou-se uma redução significativa na concentração mineral e consequente aumento na concentração de proteína, em comparação aos plasmas obtidos anteriormente com anticoagulante na proporção de 0,6% (p/v). TYBOR et al. (1975) observam que o citrato de sódio adicionado na coleta do sangue torna-se um constituinte do plasma.

Tabela 6. Composição centesimal do plasma experimental desidratado a 170°C (PE) e plasma comercial (PC)

Componentes (%)	PE *	PC**
Umidade	4,90 ± 0,02	9,00
Cinzas	11,32 ± 0,12	10,00
Proteína	76,81 ± 0,12	78,00
Carboidratos	3,02 ± 0,01	---
Lipídeos	3,07 ± 0,02	1,70

* Valores expressos como média de três determinações ± desvio padrão

** Níveis informados pelo fabricante (APC – American Protein Corporation-AMES, IOWA 50010 U.S.A.)

4.3 Teor de Minerais

Na Tabela 7, encontram-se os teores de minerais (macro e microelementos) do PE em comparação ao plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET170) obtido nos ensaios preliminares. Com a redução na concentração de anticoagulante utilizado na obtenção do plasma destinado ao preparo das dietas experimentais, obteve-se uma redução significativa nos teores de sódio e cloreto, o que permitiu manter semelhantes níveis de sódio nas dietas experimentais, conforme demonstrado nas Tabelas 2 e 3.

As amostras PE e PET170 apresentaram teor de sódio e cloreto muito acima do recomendado pela RDA (1989). Nos demais minerais analisados os valores por 100g de amostra se encontraram abaixo da recomendação diária.

Tabela 7. Composição mineral (macro e microelementos) do plasma experimental (PE) e plasma experimental teste desidratado a 170°C (PET170)

Minerais (mg/100g)	PE *	PET170*	RDA** (mg/dia)
Cálcio	77,02 ± 0,93	92,72 ± 2,26	800
Magnésio	14,86 ± 0,30	17,54 ± 1,23	120
Fósforo	827,35 ± 2,35	1.580,07 ± 49,41	800
Sódio	3.591,11 ± 29,83	7.373,77 ± 214,46	400
Potássio	210,18 ± 3,10	233,26 ± 6,04	1.600
Cloreto	6.154,98 ± 20,41	11.152,50 ± 49,60	600
Ferro	1,58 ± 0,14	3,70 ± 0,6	10
Zinco	1,55 ± 0,1	3,28 ± 0,87	10
Cobre	0,70 ± 0,02	0,65 ± 0,05	1,5-2,0

*Valores expressos como média de três determinações ± desvio padrão

**Recommended Dietary Allowances – RDA, 1989 – crianças de 4 a 6 anos

4.4 Composição em Aminoácidos

Os valores encontrados para a composição aminoacídica do PE e PC encontram-se na Tabela 8. As proteínas de plasma apresentam alto teor de lisina, leucina, treonina, valina, fenilalanina e histidina, sendo a última requerida por crianças. Com exceção da isoleucina, a concentração dos aminoácidos essenciais foi superior às quantidades recomendadas pelo FAO/WHO/UNU (1985).

Os teores de lisina no plasma experimental e comercial se apresentam inferiores aos encontrados por TYBOR et al. (1975) e GRAHAM (1978) de 9,2% para plasma desidratado por "spray dryer" e de acordo ao reportado por HANSEN et al. (1993) de 6,5%.

Em dietas para leitões, GATNAU et al. (1990) observaram um aumento no ganho de peso diário com a inclusão de plasma até o nível de 6% da dieta, seguido por um decréscimo no ganho de peso diário, quando os leitões foram alimentados com dietas contendo níveis de plasma superiores a 6%. OWEN et al. (1995b) mostraram que a metionina foi o primeiro aminoácido limitante em dietas contendo níveis acima de 6% de plasma desidratado, devido à concentração relativamente baixa de metionina em relação à lisina, sendo, portanto, necessária a adição de DL-metionina quando altos níveis de plasma (> 6%) são incorporados a dietas iniciais de leitões. Através da composição aminoacídica do PE e PC, as dietas dos tratamentos nas duas fases de experimentação foram formuladas para conterem os mesmos níveis dos aminoácidos lisina, metionina, treonina e triptofano.

Tabela 8. Composição de aminoácidos do plasma experimental desidratado a 170°C (PE) e plasma comercial (PC) (g aminoácido/100g proteína).

Aminoácidos	PE	PC*	Padrão FAO**
Valina	4,82	5,20	3,5
Isoleucina	2,00	2,00	2,8
Leucina	6,89	7,40	6,6
Treonina	5,10	4,30	3,4
Cistina	2,45	1,80	
Metionina	0,82	0,70	
Sulf. totais	3,27	2,50	2,5
Tirosina	3,69	4,00	
Fenilalanina	3,77	4,80	
Arom. totais	7,46	8,80	6,3
Histidina	2,05	2,50	1,9
Lisina	6,52	6,90	5,8
Triptofano	1,26	1,30	1,1
Ac. Aspártico	7,21	7,20	
Ac. Glutâmico	10,23	11,20	
Prolina	3,79	4,26	
Glicina	2,49	2,60	
Alanina	3,59	3,90	
Arginina	3,82	4,50	

* Níveis informados pelo fabricante (APC – American Protein Corporation-AMES, IOWA 50010 U.S.A.)

** Padrão teórico FAO/WHO/UNU, 1985 (aminoácidos indispensáveis para crianças de 2 a 5 anos de idade).

4.5 Contagem Microbiológica

A Tabela 9 apresenta a contagem microbiológica do PE. A contagem se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS) do Ministério da Saúde para produtos destinados ao consumo humano para os quais não há padrão específico.

Tabela 9. Contagem microbiológica do plasma experimental desidratado a 170°C (PE 170) e plasma experimental desidratado a 200°C (PE 200).

Determinação	PE	Padrão Portaria 451/97***
<i>Salmonella</i> (em 25g)	Ausente	Ausente
Coliformes Totais (NMP/g)*	< 0,3	-
Coliformes Fecais (NMP/g)*	< 0,3	< 10 ²
<i>Staphylococcus Aureus</i> (UFC/g)**	< 10 ²	< 10 ³
<i>Bacillus Cereus</i> (UFC/g)**	4,0 x 10 ²	< 10 ³
<i>Clostridium Perfringens</i> (UFC/g)**	< 10	5,0 x 10 ²
Bolores e Leveduras (UFC/g)**	< 10 ²	-
Aeróbios Mesófilos (UFC/g)**	2,4 x 10 ³	-

* Número mais provável/g ** Unidades formadoras de colônias/g de amostra seca
*** Limites para uma produtos destinados ao consumo humano para os quais não há padrão específico

4.6 Atividade de Água (A_w)

Alimentos com A_w menor ou igual a 0,60 podem ser considerados alimentos de baixa A_w , assim como o mel, frutas secas, balas, alimentos desidratados, açúcar cristalizado e alguns produtos de panificação (UBOLDI-EIROA, 1981).

Segundo LEITÃO (1987), alimentos com A_w abaixo de 0,60 apresentam-se estáveis do ponto de vista microbiológico, a menos que durante o período de armazenamento esta A_w aumente e ultrapasse o valor de 0,60. O autor descreve que neste limite de A_w , a proliferação microbiana é mínima e não significa necessária destruição dos microrganismos já existentes.

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados obtidos durante o estudo de A_w do plasma experimental (PE), armazenado à temperatura ambiente, em embalagens aluminizadas, durante um período de 12 meses. Observa-se que o produto obtido neste estudo apresenta baixa A_w , estando seus valores abaixo do limite para crescimento microbiano ($A_w < 0,06$).

Tabela 10. Atividade de água (A_w) do plasma experimental (PE) em relação ao tempo de armazenamento em temperatura ambiente.

Tempo Armazenamento (Dias)	A_w^*
0	0,169 ± 0,007
90	0,229 ± 0,008
180	0,268 ± 0,007
270	0,276 ± 0,007
360	0,299 ± 0,008

*Valores expressos como média de três determinações ± desvio padrão

4.7 Experimento com Leitões

As médias das características de desempenho dos leitões em recria, representadas pelo ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e

conversão alimentar (CA), referentes aos períodos experimentais de 0 a 14 dias, 15 a 35 dias e 0 a 35 dias, estão apresentados nas Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente. Os resultados detalhados por semana se encontram no apêndice nas Tabelas de A1 a A8.

Durante as duas primeiras semanas do experimento (Tabela 11), a inclusão de plasma na dieta exerceu efeito significativo ($P \leq 0,05$) sobre o GDP, o CDR e a CA. Os animais alimentados com dietas contendo plasma apresentaram valores de CDR e GDP significativamente superiores ($P \leq 0,05$) aos animais da dieta controle. Porém, a CA dos animais alimentados com a dieta contendo PC não diferiu daquela do tratamento controle.

GATNAU & ZIMMERMAN (1991) e De RODAS et al. (1995), trabalhando com leitões recém-desmamados, verificaram aumento no CDR durante a segunda semana de experimento, porém sem afetar o ganho de peso. Entretanto, WEAVER et al. (1995), ao avaliar os efeitos da adição de plasma desidratado em dietas iniciais para leitões, concluíram que, em média, o GDP dos animais aumentou em 39%, o CDR foi aumentado cerca de 32% e a eficiência alimentar foi aumentada 5,4%.

No presente trabalho, durante esta primeira fase de experimento, o GDP aumentou, em relação ao controle, de 19% nos animais alimentados com o PC e 28% com o PE. Quanto ao CDR, o aumento foi de cerca de 15% e 12% para as dietas contendo PC e PE, respectivamente. A CA foi melhorada cerca de 3,8% para os animais da dieta PC e 12,7% para os animais da dieta PE.

Tabela 11. Médias das características de desempenho dos leitões em recría alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja – 0 a 14 dias

Item*	Tratamentos		
	Controle	PC	PE
GDP (g)	201,72 ± 33,43 ^b	240,22 ± 30,85 ^a	258,58 ± 33,91 ^a
CDR (g)	316,18 ± 40,19 ^b	363,39 ± 28,29 ^a	353,68 ± 43,70 ^a
CA	1,57 ± 0,10 ^a	1,51 ± 0,09 ^a	1,37 ± 0,06 ^b

Valores expressos como média de 6 animais por tratamento ± desvio padrão.

*GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Nas 3 últimas semanas de experimento (Tabela 12), o GDP foi significativamente maior ($P \leq 0,05$) para o grupo de animais alimentados com o PE em relação à dieta controle. Não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para o CDR entre os grupos experimentais. Os animais alimentados com dietas contendo plasma apresentaram melhora na CA, em relação ao controle, de cerca de 19% e 11% para PC e PE, respectivamente.

Os resultados de desempenho dos animais durante essa segunda fase experimental parecem sugerir que os nutrientes das dietas contendo plasma foram melhor absorvidos em relação à dieta controle, uma vez que o CDR não diferiu entre os grupos experimentais e, no entanto, o GDP dos animais alimentados com a dieta PE e a CA tanto para o PE quanto para o PC foram melhores em relação à dieta controle.

Tabela 12. Médias das características de desempenho dos leitões em recria alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja – 15 a 35 dias

Item*	Tratamentos		
	Controle	PC	PE
GDP (g)	448,23 ± 62,75 ^b	481,60 ± 38,55 ^{ab}	513,18 ± 53,02 ^a
CDR (g)	759,49 ± 85,05 ^a	732,59 ± 101,37 ^a	772,28 ± 128,07 ^a
CA	1,69 ± 0,12 ^a	1,52 ± 0,09 ^b	1,50 ± 0,11 ^b

Valores expressos como média de 6 animais por tratamento ± desvio padrão.

*GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal, indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Considerando o período total de experimento (Tabela 13), observou-se que o plasma não exerceu efeito significativo ($P > 0,05$) no CDR, porém o GDP e a CA foram estatisticamente melhores ($P \leq 0,05$) nos animais alimentados com dietas contendo plasma.

Tabela 13. Médias das características de desempenho dos leitões em recria alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja – 0 a 35 dias

Item*	Tratamentos		
	Controle	PC	PE
GDP (g)	349,63 ± 44,36 ^b	385,05 ± 32,79 ^a	411,34 ± 44,39 ^a
CDR (g)	582,17 ± 61,14 ^a	583,96 ± 67,86 ^a	604,84 ± 93,76 ^a
CA	1,65 ± 0,07 ^b	1,51 ± 0,04 ^a	1,46 ± 0,09 ^a

Valores expressos como média de 6 animais por tratamento ± desvio padrão.

*GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal, indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

4.8 Índices Bioquímicos no Soro dos Leitões

Na Tabela 14 estão apresentados os níveis plasmáticos de proteína total, albumina, globulina, relação albumina/globulina, colesterol total e triglicérides dos leitões aos 35 dias de experimento, para cada tratamento estudado.

A proteína total do plasma não foi significativamente influenciada pelos tratamentos ($P > 0,05$) e os níveis encontrados neste experimento estão dentro dos valores normais reportados na literatura de 5,41 a 6,30g/dL de plasma para leitões desta categoria (POND & MANER, 1974, citado por MIYADA, 1987; ETHERIDGE et al., 1984).

O conteúdo de albumina plasmática não diferiu significativamente ($P > 0,05$) nos animais que receberam dietas contendo plasma. Porém, o conteúdo de albumina no plasma dos animais alimentados com a dieta controle foi significativamente menor ($P < 0,05$) em comparação aos grupos que receberam dieta contendo plasma.

Segundo POND & MANER (1974), citado por MIYADA (1987), a redução nos níveis de proteína sérica ocorre principalmente devido a redução na fração albumina, pois o suíno é capaz de manter o teor de γ -globulinas séricas em torno de um nível constante, mesmo em condições de extrema e prolongada deficiência protéica. Porém, no presente experimento, a diminuição na fração albumina observada nos animais alimentados com a dieta controle não causou redução significativa no teor de proteínas totais.

O teor de globulinas foi estatisticamente semelhante nos três grupos experimentais ($P > 0,05$) e a relação albumina/globulina foi menor no grupo controle ($P < 0,05$), em consequência da redução do conteúdo plasmático de albumina.

Quanto aos níveis plasmáticos de uréia, triglicerídios e colesterol total, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os animais alimentados com proteína de plasma em comparação ao grupo controle. Segundo MIYADA et al. (1997), há fortes evidências de que o nível de triglicerídios no plasma é sensivelmente

influenciado pelo nível de energia da ração. As dietas estudadas no presente trabalho eram isoprotéicas e isocalóricas, o que indica a coerência dos resultados encontrados. HALE et al. (1976) encontraram valores de triglicéridios de 58,4 e 72,2 mg/dL de plasma, em suínos alimentados com rações com baixa e alta energia, respectivamente.

Os valores de colesterol encontrados neste experimento se encontram dentro da faixa de 50 a 86 mg/dL reportados por POND & MANER (1974), citado por MIYADA (1987) para suínos com idade semelhante aos estudados.

Tabela 14. Efeito da dieta sobre os componentes plasmáticos dos leitões alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo soja

Componentes	Tratamentos		
	Controle	PC	PE
Proteína Total (g/dL)	5,38 ± 0,56 ^a	5,50 ± 0,17 ^a	5,45 ± 0,15 ^a
Albumina (g/dL)	3,12 ± 0,31 ^b	3,68 ± 0,23 ^a	3,58 ± 0,15 ^a
Globulina (g/dL)	2,27 ± 0,56 ^a	1,82 ± 0,15 ^a	1,87 ± 0,10 ^a
Relação Albumina/Globulina	1,43 ± 0,34 ^b	2,03 ± 0,29 ^a	1,90 ± 0,15 ^a
Uréia (mg/dL)	23,00 ± 2,97 ^a	22,67 ± 4,03 ^a	22,17 ± 3,25 ^a
Colesterol Total (mg/dL)	66,83 ± 4,26 ^a	60,83 ± 12,27 ^a	60,33 ± 4,41 ^a
Triglicéridios (mg/dL)	41,33 ± 7,47 ^a	47,17 ± 3,25 ^a	41,00 ± 12,99 ^a

Valores expressos como média de 6 determinações ± desvio padrão.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal, indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

4.9 Resultados da Análise de Proteína no Fígado dos Animais

O fígado é um órgão de vital importância no metabolismo de proteínas, pois, é no fígado que ocorre a deaminação dos aminoácidos, formação de uréia para a remoção da amônia dos líquidos orgânicos, formação das proteínas plasmáticas e interconversões entre os diferentes aminoácidos e outros compostos importantes

para os processos metabólicos do organismo. Portanto, este órgão é muito susceptível a injúrias causadas por desequilíbrios nutricionais, principalmente pelo consumo de proteínas de baixa qualidade ou quantidade insuficiente.

Os resultados apresentados na Tabela 15 evidenciam que, exceto para o parâmetro peso de fígado (Pfig) nas duas primeiras semanas experimentais, os demais parâmetros estudados (percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF)), tanto durante os 14 primeiros dias quanto nas últimas três semanas de experimento, os leitões alimentados com dieta contendo plasma ou com a dieta controle não diferiram entre si ($P > 0,05$). Os leitões apresentaram maior Pfig e maior %Fig em relação ao peso corporal no final dos 35 dias de experimento.

O menor Pfig ($P \leq 0,05$) nas duas primeiras semanas experimentais dos leitões alimentados com a dieta controle, pode ser devido ao menor consumo de ração no período, pois, segundo RAO & McCracken (1992), os pesos dos órgãos variam com o consumo de energia e/ou proteína, sugerindo que mantidas as mesmas quantidades ingeridas, os pesos serão semelhantes.

Apesar do Pfig dos leitões alimentados com a dieta controle ter sido significativamente menor ($P \leq 0,05$) nas primeiras duas semanas de experimento, a %Fig e a %PTF foram proporcionais ao peso dos animais e não diferiram ($P > 0,05$) dos grupos de animais alimentados com proteína de plasma. LU et al. (1996) trabalhando com ratos alimentados com dieta deficiente em proteína, encontraram redução no peso corporal e no peso do fígado, em comparação aos animais alimentados com dieta nutricionalmente adequada. Porém, a %Fig não diferiu entre os grupos estudados.

Tabela 15. Peso do fígado (Pfig), percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF) de leitões alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja aos 14 e 35 dias de experimento.

Item	Tratamentos		
	Controle	PC	PE
Pfig14	159,94 ± 20,28 ^b	183,51 ± 8,72 ^a	182,53 ± 11,73 ^a
%Fig14	1,91 ± 0,12 ^a	1,93 ± 0,10 ^a	1,95 ± 0,24 ^a
%PTF14	14,07 ± 0,45 ^a	14,15 ± 0,60 ^a	14,03 ± 1,15 ^a
Pfig35	451,25 ± 24,37 ^a	474,47 ± 64,00 ^a	475,98 ± 50,67 ^a
%Fig35	2,44 ± 0,25 ^a	2,29 ± 0,15 ^a	2,23 ± 0,13 ^a
%PTF35	14,81 ± 0,84 ^a	14,73 ± 0,60 ^a	14,37 ± 0,84 ^a

Valores expressos como média de 6 determinações ± desvio padrão.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

4.10 Conteúdo de Glutathiona no Fígado e Baço dos Leitões

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados da análise de glutathiona no fígado e baço de leitões alimentados com dietas contendo plasma bovino, aos 14 e 35 dias de experimento.

Observa-se que o conteúdo de glutathiona no fígado dos animais alimentados com proteína de plasma é significativamente superior ($P < 0,05$) ao encontrado para o grupo controle, evidenciando-se que o tipo de proteína presente nos concentrados de plasma bovino foi de grande influência no aumento dos níveis de glutathiona no fígado destes animais.

BOUNOUS et al. (1989) trabalhando com ratos entre 17 e 20 meses de idade, alimentados com proteínas de soro de leite, observaram que o conteúdo de glutathiona no coração e fígado dos animais foi significativamente superior aos

valores correspondentes em ratos alimentados com caseína ou ração Purina para ratos. Os valores encontrados para glutathione no fígado dos animais aos 20 meses de idade foram ao redor de 9 $\mu\text{mol/g}$ de fígado de ratos alimentados com proteínas do soro de leite e 8 $\mu\text{mol/g}$ de fígado nos animais alimentados com caseína e ração Purina. Esses valores são inferiores aos encontrados no presente trabalho no fígado de leitões aos 34 dias de idade e superiores aos encontrados no final do experimento (55 dias de idade).

A produção de glutathione intracelular é fortemente dependente de um suprimento de cisteína bioquimicamente disponível provinda da dieta. Foi demonstrada para as proteínas de soro de leite, a capacidade de aumentar a resposta imune e os níveis de glutathione, supostamente devido aos peptídeos de glutamylcystine contidos, principalmente, na fração albumina (BOUNOUS & GOLD, 1991; BRINK, 1996). Sendo a albumina do plasma sanguíneo semelhante à albumina de soro de leite, os resultados encontrados sugerem que os níveis mais altos de glutathione no fígado dos animais alimentados com plasma bovino podem ter sido consequência dos altos níveis de cisteína e glutamina contidos nesta matéria-prima.

O farelo de soja contém ao redor de 1,39g de aminoácidos sulfurados (metionina + cistina) por 100 g de proteína (GOLDFLUS, 2001), enquanto que os valores encontrados para o PC e PE foram de 3,50 e 3,27g/100g de proteína, o que indica o maior fornecimento de cistina aos animais alimentados com proteína de plasma.

Durante a fase I do experimento (0-14 dias), a ingestão média diária de aminoácidos sulfurados provenientes da soja e/ou plasma foi de 0,61; 1,07 e 1,02 gramas, para os grupos controle, PC e PE, respectivamente. Na fase II a ingestão foi de 1,54, 1,69 e 1,77 gramas por dia para os grupos controle, PC e PE, respectivamente.

Observando-se os resultados, verifica-se que o conteúdo de glutatona no fígado dos animais diminuiu significativamente ($P \leq 0,05$) entre a primeira e a segunda fase do experimento. A causa desta resposta pode ter sido devido à diminuição na inclusão de plasma na dieta dos animais, que foi de 7% nos primeiros 14 dias de experimentação e 2% nas últimas três semanas, ou uma consequência da idade dos animais. No entanto, BOUNOUS et al. (1989) não encontraram diferenças no conteúdo de glutatona no fígado de ratos alimentados com ração Purina para ratos relacionadas com a idade dos animais. Os autores encontraram valores similares de glutatona no fígado dos animais a 10 semanas, 17 meses e 20 meses de idade.

Quanto ao conteúdo de glutatona no baço dos animais experimentais, não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os grupos experimentais, bem como em relação à idade dos animais. Resultados contrários foram obtidos por BOUNOUS & GOLD (1991), que encontraram valores significativamente superiores de glutatona no baço de ratos alimentados com proteína de soro de leite em comparação a ratos alimentados com caseína.

Tabela 16. Efeito da dieta sobre o conteúdo de glutatona no fígado e baço de leitões alimentados com plasma comercial (PC), plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja aos 14 e 35 dias de experimento.

Glutaciona	Tratamentos		
	Controle	PC	PE
Fígado14, $\mu\text{mol/g}$	$10,18 \pm 0,68^b$	$13,68 \pm 0,96^a$	$12,94 \pm 1,10^a$
Baço14, $\mu\text{mol/g}$	$2,67 \pm 0,34^a$	$2,45 \pm 0,33^a$	$2,51 \pm 0,30^a$
Fígado35, $\mu\text{mol/g}$	$5,09 \pm 0,86^b$	$7,06 \pm 0,75^a$	$6,67 \pm 0,85^a$
Baço35, $\mu\text{mol/g}$	$2,57 \pm 0,09^a$	$2,68 \pm 0,08^a$	$2,70 \pm 0,13^a$

Valores expressos como média de 6 determinações \pm desvio padrão.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

4.11 Avaliação da Morfologia Jejunal

As técnicas de avaliação quantitativa da histologia da mucosa intestinal (morfometria) surgiram devido à necessidade de quantificar e objetivar as avaliações histológicas, com conseqüente diminuição da subjetividade deste tipo de avaliação. Além disso, a morfometria é mais sensível a alterações discretas, muitas vezes imperceptíveis numa avaliação subjetiva. A era da morfometria computadorizada foi iniciada com o trabalho de MEINHARD et al. (1975).

Neste estudo foi utilizada a morfometria com o auxílio de um programa analisador de imagens, ou seja, morfometria computadorizada. As medidas avaliadas (altura da vilosidade, profundidade da cripta, relação vilosidade: cripta e espessura total da mucosa) foram escolhidas por serem bastante utilizadas na literatura (MEINHARD et al., 1975; PENNA et al., 1981; VAN DIJK et al., 2001; JIANG et al., 2000) e oferecerem uma idéia clara e completa da morfologia intestinal.

Para os cortes histológicos do duodeno, jejuno e íleo incluídos em historesina, não foi possível obter um número mínimo de 10 medidas de altura das vilosidades por animal, conforme recomendado na literatura (VAN DIJK et al., 2001). Para as amostras intestinais conservadas em álcool 70%, os cortes realizados no duodeno não apresentaram vilosidades bem orientadas, não sendo possível realizar medidas neste tecido. Os animais do grupo controle apresentaram hipertrofia das placas de Peyer no íleo, o que causou grande elevação da mucosa intestinal, deformando as vilosidades e impossibilitando, também, a obtenção de medidas precisas para o estudo morfométrico (Figura 3). Na Figura 4 observam-se vilosidades bem orientadas do jejuno de leitões, o que possibilitou a realização das medidas morfométricas neste tecido.

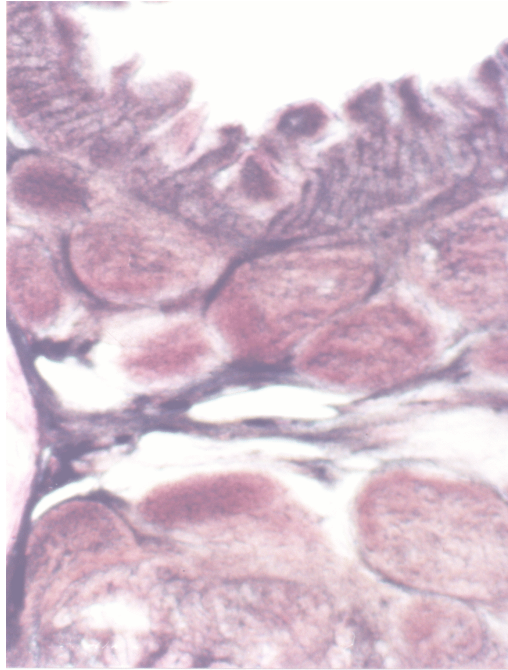


Figura 3. Fotomicrografia das vilosidades do íleo de leitões alimentados com a dieta controle, apresentando hipertrofia das placas de Peyer. Aumento de 35 vezes. Coloração com safranina 0,25%.

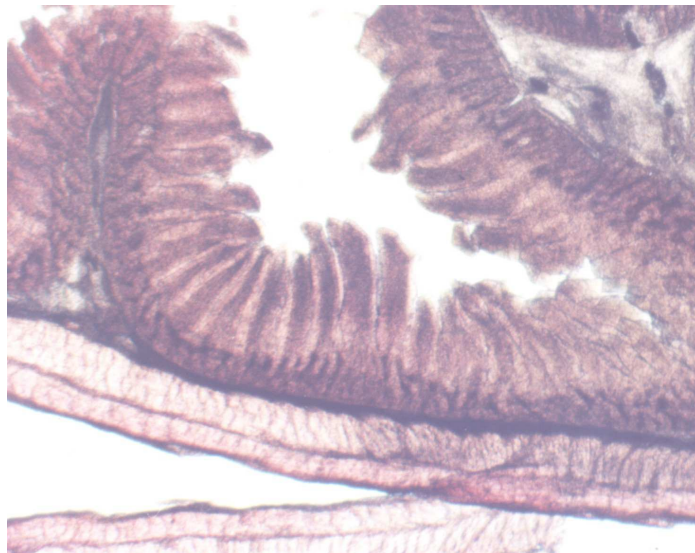


Figura 4. Fotomicrografia das vilosidades do jejuno de leitões alimentados com dieta controle. Aumento de 35 vezes. Coloração com safranina 0,25%.

Foram realizadas 10 medidas de altura das vilosidades e profundidade das criptas do jejuno para 6 animais de cada grupo experimental. Os valores médios encontrados estão apresentados na Tabela 17. Verificou-se que os animais do grupo controle apresentaram valores significativamente inferiores ($P \leq 0,05$) de espessura total da mucosa (ETM), altura de vilosidade (AV) e relação vilosidade:cripta (RVC) em comparação aos animais dos grupos PE e PC, ao final da Fase I do experimento. Porém, a profundidade de cripta não diferiu ($P > 0,05$) entre os grupos experimentais.

Ao final da Fase II, os animais do grupo controle apresentaram menor AV ($P \leq 0,05$) em comparação aos animais alimentados com proteína de plasma, não sendo encontradas diferenças estatisticamente significativas ($P > 0,05$) para as demais variáveis estudadas. Os animais dos grupos PC e PE não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($P > 0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas. Os valores individuais dos grupos experimentais estão apresentados no apêndice.

Os resultados encontrados foram semelhantes aos relatados por CAIN (1995), citado por CAMPBELL et al. (1998) e SPENCER et al. (1997), onde os autores encontraram um aumento na altura das vilosidades do jejuno de animais alimentados com proteína de plasma. No entanto, JIANG et al. (2000) não encontraram diferenças significativas na altura das vilosidades ou na profundidade das criptas do jejuno ou íleo de leitões alimentados com 10% de proteína de plasma em comparação a uma dieta de milho e farelo de soja. VAN DIJK et al. (2001) também não encontraram efeitos significativos sobre a altura das vilosidades ou profundidade das criptas em animais alimentados com plasma ou caseína. Porém, os autores observaram um aumento na proliferação celular intestinal dos animais alimentado com caseína, o que leva a uma perda de enterócitos maduros e redução na absorção de nutrientes.

Tabela 17. Valores médios da espessura total da mucosa (ETM), altura da vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e relação vilosidade:cripta (RVC) de leitões aos 14 e 35 dias pós-desmame, nos grupos alimentados com plasma comercial (PC) e plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja.

	Parâmetros	Controle	PC	PE
	ETM (μm)	665,49 \pm 60,50 ^b	762,12 \pm 20,85 ^a	758,46 \pm 33,14 ^a
Fase I	AV (μm)	460,15 \pm 32,25 ^b	571,50 \pm 10,23 ^a	572,85 \pm 28,29 ^a
	PC (μm)	205,35 \pm 30,30 ^a	190,62 \pm 22,59 ^a	185,58 \pm 17,49 ^a
	RVC	2,30 \pm 0,22 ^b	3,10 \pm 0,47 ^a	3,19 \pm 0,32 ^a
	ETM (μm)	709,73 \pm 68,75 ^a	779,85 \pm 46,36 ^a	778,39 \pm 39,02 ^a
Fase II	AV (μm)	497,90 \pm 40,26 ^b	561,22 \pm 8,96 ^a	569,45 \pm 18,56 ^a
	PC (μm)	211,83 \pm 31,28 ^a	218,63 \pm 45,44 ^a	208,94 \pm 37,38 ^a
	RVC	2,43 \pm 0,22 ^a	2,73 \pm 0,57 ^a	2,87 \pm 0,61 ^a

Valores expressos como média de 6 determinações \pm desvio padrão.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Relacionando-se os resultados obtidos na morfologia do jejuno com os resultados de desempenho, observa-se que durante a Fase I do experimento a inclusão de plasma na dieta exerceu efeito significativo ($P \leq 0,05$) tanto sobre os parâmetros de desempenho quanto sobre a morfologia do jejuno. Os animais alimentados com dietas contendo plasma apresentaram valores de CDR e GDP significativamente superiores ($P \leq 0,05$) aos animais da dieta controle. Porém, a CA dos animais alimentados com a dieta contendo PC não diferiu ($P \leq 0,05$) do tratamento controle. O maior ganho de peso dos animais alimentados com dietas contendo plasma pode ter sido devido aos melhores resultados obtidos na avaliação da morfologia jejunal e/ou à maior ingestão de dieta pelos animais destes grupos.

Nas três últimas semanas de experimento (Fase II), os melhores resultados de desempenho (GDP e CA) e os maiores valores obtidos para a AV do jejuno nos grupos de animais alimentados com plasma parecem sugerir que os nutrientes das

dietas contendo plasma foram melhor absorvidos e utilizados em relação à dieta controle, uma vez que o CDR não diferiu entre os grupos experimentais.

4.12 Incidência da Diarréia

A inclusão do plasma na dieta dos leitões influenciou favoravelmente na redução da incidência da diarréia durante as duas fases experimentais, como pode ser observado na Tabela 18. Durante as duas primeiras semanas experimentais (Fase I), foram incluídos 0,34% de óxido de zinco na dieta, com a finalidade de evitar a ocorrência de um possível quadro de diarréia fisiológica nos animais. Nas três últimas semanas do período de creche (Fase II), a inclusão do mineral zinco atingiu apenas a exigência nutricional. A suplementação na dieta de 2500 a 3000 ppm de Zn na forma de óxido de Zn (ZnO) é um eficaz agente controlador de diarréia pós-desmame (LIMA et al., 1994; BERTOL & BRITO, 1995). Segundo LIMA et al (1994) o modo de ação do Zn na redução da incidência de diarréia deve-se ao efeito inibitório do íon Zn sobre a *Escherichia coli*. BRITO et al. (1993) verificaram “in vitro” que o óxido de Zn apresenta um efeito inibidor sobre amostras de *E. coli* isoladas de animais com diarréia. KASAHARA & ANRAKU (1972) observaram, também, que o íon Zn bloqueia o sistema oxidase da cadeia respiratória das membranas vesiculares da *E. coli*.

Provavelmente, devido à retirada do zinco na Fase II do experimento, no segundo dia da terceira semana experimental as unidades experimentais dos três tratamentos apresentaram quadro de diarréia fisiológica e foram administrados por via oral, 2 mL/dia do antibiótico Kaobiotic (suspensão) a todos os animais experimentais, durante 2 dias. Observa-se pelos dados da Tabela 18 que os animais alimentados com plasma apresentaram diarréia somente durante o período de um dia na Fase II, enquanto que nos animais alimentados com a dieta controle, o período de diarréia foi de 2-4 dias.

Tabela 18. Efeito da dieta sobre a incidência da diarreia nos grupos alimentados com plasma comercial (PC) e plasma experimental (PE) e grupo controle alimentado com dieta à base de milho e farelo de soja.

Tratamento	Identificação das Unidades Experimentais	Nº de dias de ocorrência de diarreia - Fase I	Nº de dias de ocorrência de diarreia - Fase II
Controle	1A	1	2
	1B	2	4
	1C	0	3
	1D	2	2
	1E	0	2
	1F	1	3
PC	2A	0	1
	2B	0	1
	2C	0	1
	2D	1	1
	2E	0	1
	2F	0	1
PE	3A	0	1
	3B	0	1
	3C	0	1
	3D	1	1
	3E	0	1
	3F	0	1

5. CONCLUSÕES

- O plasma bovino desidratado por “spray dryer”, incluído na proporção de 7% na dieta de leitões desmamados aos 20 ± 1 dias de idade, proporcionou um aumento no consumo diário de ração e no ganho diário de peso e uma melhora na conversão alimentar, no período de 0 a 14 dias de experimento.
- O efeito do plasma sobre o consumo diário de ração não foi mantido no período de 15 a 35 dias pós-desmame, quando o nível de inclusão do plasma nas dietas foi de 2%. Porém, o ganho diário de peso e a conversão alimentar foram superiores nos animais alimentados com dietas contendo plasma.
- Tanto o plasma comercial quanto o plasma experimental, incluídos na dieta dos leitões na proporção de 7% durante os 14 primeiros dias e de 2% nas últimas 3 semanas de experimentação, proporcionaram um aumento no conteúdo de glutatona no fígado, sugerindo uma possível melhora no “status” imunológico destes animais.
- Os animais alimentados com dietas contendo plasma apresentaram melhores resultados de altura de vilosidade do jejuno, bem como menor incidência de diarreia, indicando uma possível ação “protetora” do plasma sobre a mucosa intestinal.
- Os resultados encontrados no presente trabalho indicam que a inclusão de plasma na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade em substituição ao farelo de soja na proporção de 7% nos primeiros 14 dias e 2% dos 15 aos 35 dias pós-desmame pode ser realizada com vantagens sobre o desempenho animal, bem como sobre a morfologia do jejuno, incidência de diarreia e conteúdo de glutatona no fígado dos animais.

6. SUGESTÃO PARA FUTUROS TRABALHOS

Um estudo detalhado dos efeitos das proteínas do plasma sobre o conteúdo de glutathiona em diferentes órgãos e tecidos, em comparação à proteína do soro de leite, em ratos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERS, J.M. Utilisation of blood. **Food Manufacture**, London, v.48, n.4, p.31-32, 1973.

AKESON, W.R.; STAHMANN, M.A. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.83, n.2, p.257-261, 1964.

ANGELUCCI, E.; MANTOVANI, D.M.B. **Minerais em alimentos: manual técnico**. Campinas: ITAL/SBCTA, 1986. 131p.

ANGULO, E.; CUBILÓ, D. Effect of different dietary concentratis of spray-dried porcine plasma and a modified soyprotein product on the growth performance of piglets weaned at 6 kg body weight. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.72, .1-2, p.71-79, 1998

AOAC. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**, 15th, Ed. Washington, D.C., 1990.

BALL, R.O. & AHERNE, F.X. Effect of diet complexity and feed restriction on the incidence and severity of diarrhea in early-weaned pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.62, n.3, p.907-913, 1982.

BANCROFT, J.D.; STEVENS, A. **Theory and prattice of histological techniques**, 2nd ed. Churchill Livinfsdtone, 1982. 662 p.

BERGSTROM, J.R., NELSSSEN, J.L., TOKACH, M.D., GOODBAND, R.D., DRITZ, S.S., OWEN, K.Q., NESSMITH, 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, p.3004-3009, 1997.

BERTOL, T.A.; BRITO, B.G. Efeito de óxido de zinco x sulfato de cobre com ou sem restrição alimentar, sobre desempenho e ocorrência de diarreia em leitões. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.2, p.278-288, 1995.

BLIGHT, E.C.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v.37, p.911-917, 1959.

BOUNOUS, G; BATIST, G., GOLD, P. Immunoenhancing property of dietary whey protein in mices: role of glutathione. **Clinical and Investigative Medicine**, Ottawa, v.12, n.3, p.154-161, 1989.

BOUNOUS, G; GOLD, P. The biological activity of undenatured dietary whey proteins: role of glutathione. **Clinical and Investigative Medicine**, Ottawa, v. 14, n.4 p. 296-309, 1991.

BOUNOUS, G. The fascinating story behind a healthy-promoting product patented milk serum (whey) protein concentrate. **Immunotec Clinical Foundation**, 1997, 15p.

BOUNOUS, G. Whey protein concentrate (WPC) and glutathione modulation in cancer treatment. **Anticancer Research**, Athens, v.20, n.60, p.4785-4792, 2000.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principles of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v.72, n.1-2, p. 248-254, 1976.

BRINK, W. The life extension protein: that fights disease and extends lifespan. **Life Extension Report**, p.21-28, 1996.

BRITO, M.A.V.P.; LIMA, G.J.M.M.; BRITO, J.R.F.; MORES, N. Ação do óxido de zinco sobre amostras de *Escherichia coli* isoladas de suínos com diarreia pós-

desmame. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6., 1993. **Anais**. Goiânia:ABRAVES, 1993, p.157.

CAMPBELL, J.M.; WEAVER, E.M.; RUSSELL, L.E.; ARTHINGTON, J.; CHI, F. The use of plasma and blood cells in swine feeds. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E MANEJO DE LEITÕES, 1998, Campinas. **Anais**.Campinas: CBNA, 1998. p.19-32.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F.; REINHART, G.A.; WHITMOYER, R.E. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.2, p. 574-584, 1988.

CHAE, B. J.; HAN, I.K.; KIM, J.H.; YANG, C.J.; HANCOCK, J.D.; KIM, J.H., ANDERSON, D.A. Effects of dietary protein sources ileal digestibility and growth performance for early-weaned pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.58, n.1, p.45-54, 1999.

CLINE, T.R. Development of the digestive physiology of baby pigs and the use of supplemental enzymes in their diets. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1992, Campinas. **Anais**. Campinas: CBNA, 1992, p.149-61.

COFFEY, R.D.; CROMWELL, G.L. The effects of dried skim milk and spray-dried porcine plasma in diets with or without antimicrobial agents for weaning pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72:165, 1994.

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, n.6, p.1845-53, 1986.

De RODAS, B.Z.; SOHN, K.S.; MAXWELL, C.V., SPICER, L.J. Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age: Effects on performance and plasma insulin-like growth factor .1. Growth hormone, insulin and glucose concentrations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.12, p. 3657-3665, 1995.

DIPLOCK, A.T.; AGGETT, P.J.; ASHWELL, M.; BORNET, F.; FERN, E.B.; ROBERFROID, M.B. Scientific concepts of functional foods in Europe Consensus Document. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.81 (Suppl. 1), p. S1-S27, 1999.

DREW, M.D.; OWEN, B.D. The provision of passive-immunity to colostrum-deprived piglets by bovine or porcine serum immunoglobulins. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 68, n.4, p. 1277-1284, 1988.

DUARTE, R.M.T.; SGARBIERI, V.C. Propriedades Funcionais Tecnológicas das Frações Protéicas de Sangue Bovino: Plasma e Globina. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.3, p.23-30, 2000.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.28, p.350-356, 1958.

DUNSFORD, B.R.; KNABE, D.A.; HAESNLY, W.E. Effect of dietary soybean meat on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.7, p.1855-1863, 1989.

ERKLUND, A. On the determination of available lysine in casein and rapeseed protein concentrates using 2,4,6-trinitrobenzenesulphonic acid (TNBS) as a reagent for free epsilon amino group lysine. **Analytical Biochemistry**, New York, v.70, n.2, p. 434-439, 1976.

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, 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. 1984.

EUROPA. **2000/766/CE: Decisão do Conselho, de 4 de Dezembro de 2000, relativa a determinadas medidas de proteção relativas às encefalopatias espongiformes transmissíveis e à utilização de proteínas animais na alimentação animal.** Disponível em: <<http://www.europa.eu.int>> Acesso em 17 fev. 2003

FAO. **Quaterly bulletin of statistics.** Roma: FAO, 2001. 107p.

FAO/WHO/UNU. **Energy and protein requeriments.** Report of the Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Technical Report Series n° 724, FAO/WHO and the United Nations University, Geneva, 1985.

FERNANDO, T. Concentration of animal blood by ultrafiltration. **Biotechnology and Bioengineering**, New York, v.23, n.1, 19-27, 1981.

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

GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D.R.; DIAZ, T.; JOHNS, J. Determination of optimum levels of spray dried porcine plasma (SDPP) in diets for wealing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.369, 1990. (Suppl.1, Abstract).

GATNAU, R.; ZIMMERMAN, D.R. Spray dried porcine plasma (SDPP) as a source of protein for weaning pigs in two environments. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.103, 1991. (Suppl.1, Abstract).

GOLDFLUS, F. Ingredientes derivados do processamento da soja aplicados na nutrição animal. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais**. Campinas: CBNA, 2001, p.97-188.

GÓMEZ-JUÁREZ, C.; CASTELLANOS, R.; PONCE-NOYOLA, T.; CALDERÓN, V.; FIGUEROA, J. Protein recovery from slaughterhouse wastes, **Bioresource Technology**, Oxford, v.70, n.2, p.129-133, 1999.

GORDON, A. Animal blood as a source of proteins in food products. **Food Trade Review**, Kent, v.41, n.4, p.29-30, 1971.

GRAHAM, A. The collection and processing of edible blood. **CSIRO Food Research Quarterly**, Melbourne, v.38, n.1, p.16-22, 1978.

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

GUNSTONE, J.W. Using blood plasma. **The National Provisioner**, New York, v.182, n.23, p.20-28, 1980.

HALE, O.M.; NEWTON, G.L.; HAYDON, K.D. Effects of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing-finishing barrows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.62, n.3, p.665-71, 1976.

HALLIDAY, D.A. Blood – A source of proteins. **Process Biochemistry**, London, v.8, n.12, p.15-17, 1973.

HALLIDAY, D.A. Blood – A source of proteins. **Process Biochemistry**, London, v.10, n.4, p.11-12, 1975.

HAMPSON, D.J. Alterations in piglet small intestinal structure at weaning. **Research in Veterinary Science**, London, v.40, n.1, p. 32-40, 1986.

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, 1993.

HARTKE, J.; APGAR, G. **The effect of spray-dried animal plasma addition to nursery diets varying in soybean meal concentration**. 2000. Disponível em: <http://www.asas.org/jas/00meet/part18.pdf> >. Acesso em: 12 dez. 2003

HOLGUIN, M.; NAKAI, S. Accuracy and specificity of the dinitrobenzenesulfonate methods for available lysine in portein. **Journal of Food Science**, Chicago, v.45, n.5, p. 1218-1222, 1980.

HOWELL, N.K.; LAWRIE, R.A. Functional aspects of blood plasma proteins. I. Separation and characterization. **Journal of Food Technology**, Oxford, v.18, n.6, p.747-762, 1983.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> >. Acesso em: 12 dez. 2003.

IMO INDUSTRIES INC. Analytical Instruments Division. ICP 2000 BAIRD. **Spectrometer user's guide**. Bedford, 1990.

JIANG, R.; CHANG, X.; STOLL, B.; FAN, M.Z.; ARTHINGTON, J.A.; WEAVER, E.; CAMPBELL, J.; BURRIN, D.G. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria dell density in early weaned pigs. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.130, p.26, 2000.

JUNQUEIRA, O. M. Ingredientes Utilizados Na Alimentação de Leitões. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais**. Campinas: CBNA, 2001, p.189-202.

KAKADE, M.L.; LIENER, I.R. A simplified procedure for determination of “available” lysine in protein foodstuffs. **Analytical Biochemistry**, New York, v.27, n.2, p.273-276, 1969.

KASAHARA, M.; ANRAKU, Y. Inhibition of the respiratory chain of *Escherichia coli* by zinc ions. **Journal of Biochemistry**, Tokyo, v.72, n.3, p.777-781, 1972.

KATS, L.J.; NELSEN, R.D.; 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, 1994.

KELLY, D.; COUTTS, A.G.P. Development of digestive and immunological function in neonates: role of early nutrition. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.66, p.161-167, 2000.

LECCE, J.G.; BALSBAUGH, R.K.; CLARE, D.A.; KING, M.W. Rotavirus and hemolytic enteropathogenic *Escherichia coli* in weaning diarrhea of pigs. **Journal of Clinical Microbiology**, Washington, v.16, n.4, p.715-723, 1982.

LEITÃO, M.F.F. Atividade de água e transformações microbiológicas de deterioração. In: JARDIM, D.C.P. (coord.) **I Seminário sobre Atividade de Água em Alimentos**. Campinas:ITAL, 1987. P.1-12.

LI, D.F.; NELSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; HANCOCK, J.D.; ALLEE, G.L.; GOODBAND, R.D.; KLEMM, R.E. Transient hypersensitivity to soybean

meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.6, p.1790-1799, 1990a.

LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; HANCOCK, J.D.; ALLEE, G.L.; GOODBAND, R.D.; KLEMM, R.E. Dietary soybean proteins influence immunological responses and growth performance in the early weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.97, 1990b. (Suppl. 1, Abstract).

LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; HANCOCK, J.D.; ALLEE, G.L.; GOODBAND, R.D.; KLEMM, R.E. The effect of dietary soybean proteins on immynogical responses and gut morphology of the early weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.97-98, 1990c. (Suppl. 1, Abstract).

LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G.; BLECHA, F.; GOODBAND, R.D.; KLEMM, R.E. 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, 1991.

LIMA, G.J.M.M.; MORES, N.; FIALHO, F.B.; BRITO, M.A.V.P.; ZANOTTO, D.L. Níveis de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.23, n.6, p.949-958, 1994.

LU, C.D.; SCHOKNECHT, P.A.; ELLIS, K.J.; SHYPAILO, R.; SU, D-R.; POND, W.G. Differential compensatory organ growth in young pigs after short-term rehabilitation from protein deficiency. **Nutrition Research**, Saint Louis, v.16, n.4, p.627-637, 1996.

MEINHARD, E.A.; WADBROOK, D.G.; RISDON, R.A. - Computer card morphometry of jejunal biopsies in childhood coeliac disease. **Journal of Clinical Pathology**, London, v.28, n.2, p.:85-93, 1975.

MILLER, B.G.; NEWBY, T.J.; STOKES, C.R.; HAMPSON, D.J.; BROWN, P.J.; BOURNE, F.J. The importance of dietary antigen in the cause of post-weaning diarrhea in pigs. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.45, n.9, p.1730-1733, 1984a.

MILLER, B.G.; NEWBY, T.J.; STOKES, C.R.; BOURNE, F.J. Influence of diet on post-weaning malabsorption and diarrhea in the pig. **Research in Veterinary Science**, London, v.36, n.2, p.187-189, 1984b.

MIYADA, V. S. A levedura seca na alimentação de suínos: estudos adicionais sobre o seu valor protéico e vitamínico. 1987. 159p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

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

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

MORR, C.V.; GERMAN, B.; KINSELLA, J.E.; REGENSTEIN, J.M.; VAN BUREN, J.P.; KILARA, A.; LEWIS, B.A.; MANGINO, M.E. A collaborative study to develop a standardized food protein solubility procedure. **Journal of Food Science**, Chicago, v.50, n.6, p.1715-1718, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Swine**. 10^a Ed. National Academy of Sciences. Washington. D.C., 1998. 190p.

NESSMITH, J.W.B.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L.; BERGSTROM, J.R.; OWEN, K.Q. Interactions between lactose, spray-dried plasma protein, and soybean meal in diets for segregated early weaned pigs (SEW). **Journal of Animal Science**, Champaign, v.74, p.56, 1996. (Suppl.1, Abstract).

NEWPORT, M.J.; KEAL, H.D. Effect of protein source on performance and nitrogen metabolism of pigs weaned at 21 days of age. **Animal Production**, Haddington, v.37, n.3, p.395-400, 1983.

OWEN, K.Q.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; FRIESEN, K.G.; RICHERT, B.T.; SMITH, J.W.; RUSSELL, L.E. Effects of various fractions of spray-dried porcine plasma on performance of early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.81, 1995a. (Suppl.1, Abstract).

OWEN, K.Q.; NELSSSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; KATS, L.J.; FRIESEN, K.G. Added dietary methionine in starter pig diets containing spray-dried blood products. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.2647-2654, 1995b.

PENNA, F.J.; HILL, I.D.; KINGSTON, D.; ROBERTSON, K.; SLAVIN, G.; SHINER, M. - Jejunal mucosal morphometry in children with and without gut symptoms and in normal adults. **Journal of Clinical Pathology**, London, v.34, n.4, p.386-92, 1981.

PIERCE, J.L.; CROMWELL, G.L.; LINDEMANN, M.D.; COFFEY, R.D. Assessment of three fractions of spray-dried porcine plasma on performance of early weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.81, 1995. (Suppl.1, Abstract).

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental** 10 ed., São Paulo:Nobel, 1982. 430p.

PISKE, D. Aproveitamento de sangue de abate para alimentação humana – Uma Revisão. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.3, p.253-308, 1982.

PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.51, n.1-3, p.215-236, 1997.

PRATA, A.S. **Proteínas de soro de sangue bovino: propriedades nutritivas e funcionais**. 2002. Dissertação (Mestre em Ciência da Nutrição) – Faculdade de engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

RAO, D.S.; McCracken, K. J. Energy: protein interactions in growing boars of high genetic potential for lean growth: effect on growth, carcass characteristics and organ weights. **Animal Production**, Edinburgh, v.54, n.1, p.75-82, 1992.

RDA – **Recommended Dietary Allowances**. Subcommittee on the Tenth Edition of the RDAs, Food and Nutrition Board, Commission on Life Sciences. Washington: National Academy Press, 1989. 284p.

ROPPA, L. Situação atual e tendências da suinocultura mundial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA E QUALIDADE NA PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE SUÍNOS, 1, 1999, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: NUPEA/ESALQ/USP, 1999. p.196-206.

RUSIG, O. **Studies on comminuted meat products**. 1979. 271p. Tese (Doc. Philosophy) – Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham, Nottingham, 1979.

SARRA, P.G.; CANTALUPO, R.; MASSA, S.; TROVATELLI, L.D. Colonization of the gastrointestinal tracts of conventional piglets by *Lactobacillus strains*. **Journal General Applied Microbiology**, Tokyo, v.37, n.2, p.219-223, 1991.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide: statistics**. Cary: 1993.155p.

SATTERLEE, L.D. Improving utilization of animal by-products for human foods – A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, n.2, p.687-697, 1975.

SAVILLE, B. A scheme for the colorimetric determination of microgram amounts of thiols. **Food Chemistry**, Oxford, v.83, p.670-2, 1958.

SEDMAK, J.J.; GROSSBERG, S.E. A rapid, sensitive, and versatile assay for protein using Coomassie Brilliant Blue G-250. **Analytical Biochemistry**, San Diego, v.79, n.1-2, p.544-552, 1977.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em Alimentos Protéicos: propriedades – degradações - modificações**. São Paulo: Editora Varela, 1996. 517p.

SLAVIN, S.; PETERSON, G.E.; LINDAHL, P.C. Determination of heavy metals in meats by absorption spectroscopy. **Atomic Absorption Newsletter**, Norwalk, v.14, n.3, p. 57-59, 1975.

SMITHERS, G.W.; BALLARD, F.J.; COPELAND, A.D.; DE SILVA, K.J.; DIONYSIUS, D.A.; FRANCIS, G.L.; GODDARD, C.; GRIEVE, P.A.; McINTOSH, G.H.; MITCHELL, I.R.; PEARCE, R.J.; REGESTER, G.O. New opportunities from the isolation of whey proteins. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.79, N.8, p.1454-1459, 1996.

SPENCER, J.D.; TOUCHETTE, K.J.; LIU, H.; ALLEE, G.L.; NEWCOMB, M.D.; KERLEY, M.S.; PACE, L.W. Effect of spray-dried plasma and fructooligosaccharide on nursery performance and small intestinal morphology of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, V.75, Suppl.1, P.199, 1997.

SPIES, J.R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemistry**, Arlington, v.39, n.12, p.1412-1415, 1967.

STEIN, H.H. The effects of adding spray dried plasma protein and spray dried blood cells to starter diets. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS E AVES, 1996, Campinas. **Anais**. Campinas: CBNA, 1996. p.70-84.

SWAISGOOD, H.E.; CATIGNANI, G.L. Protein digestibility: in vitro methods of assessment. In: KINSELLA, J.E. **Advances in Food and Nutrition Research**, California, v.35, p. 185-232, 1991.

TARDIN, A.C. Fisiologia digestiva e nutrição no desmame precoce de leitões. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 2, 1985, Rio de Janeiro. **Anais**, Rio de Janeiro: ABRAVES, 1985. p. 33-57.

TOKACH, M.D.; PETTIGREW, J.E.; JOHNSTON, L.J.; CORNELIUS, J.G. Overall pig performance to market weight is improved by adding milk products, but not fat, to the starter diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, Suppl.1, p.377-8, 1990.

TOUCHETTE, K.J.; CROW, S.D.; ALLEE, G.L.; NEWCOMB, M.D. Lactose response is dependent on plasma in the diet of weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.171, 1995. (Suppl. 1, Abstract).

TYBOR, P.T.; DILL, C.W.; LANDMAN, W.A. Functional properties of protein isolated from bovine blood by a continuous pilot process. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, n.1, p.155-159, 1975.

UBOLDI-EIROA, M.N. Atividade de água. Influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do ITAL**, Campinas, v.18, n.3, p.353-383, 1981.

USDA/APHIS. **Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE)**. 2002. Disponível em: <http://www.aphis.usda.gov/lpa/pubs/fsheet_faq_notice/fs_ahbse.html> Acesso em: 2 dez. 2003.

VALENCIA, E.; MARIN, A., HARDY, G. Glutathione – Nutricional and Pharmacological Viewpoints: Part II. **Nutrition**, New York, v.17, .11-12, p.485-486, 2001.

VANDERZANT, C. & SPLITTSTOESSER, D.F. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 3^a ed. Washington: American Public Health Association, 1992, 1219p.

VAN DIJK, A.J.; EVERTS, 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.68, n. 2-3, p. 263-274, 2001.

VAN DIJK, A.J.; ENTHOVEN, P.M.M.; VAN DEN HOVEN, S.G.C.; VAN LAARHOVEN, M.M.M.H.; NIEWOLD, T.A.; NABUURS, M.J.A.; BEYENEN, A.C. The effect of dietary spray-dried porcine plasma on clinical response in weaned piglets challenged with pathogenic *Escherichia coli*. **Veterinary Microbiology**, Amsterdam, v.84, p.207-218, 2002.

WALKER, W.R.; MAXWELL, C.V.; OWENS, F.N.; BUCHANAN, D.S. Milk versus soybean protein sources for pigs: Effects on performance and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.63, n.2, p.505-12, 1986.

WEAVER, E.M.; RUSSELL, L.E.; DREW, M.D. The effects of spray dried animal fractions on performance of newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, p.81, 1995. (Suppl.1, Abstract.)

WILSON, M.R. Immunological development of the young pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.38, n.5, p.1105-1107, 1974.

WHO, 1997. **Report of a WHO Consultation on Medicinal and Other Products in Relation to Human and Animal Transmissible Spongiform Endephalopathies**, Geneva, 24-26 March, 1997. Disponível em: <<http://www.who.int/emc-documents/tse/whoemcdis973c.html>>. Acesso em: 12 dez. 2003

APÊNDICE

Tabela A1. Resultado de desempenho dos leitões em recria na primeira semana experimental (0 a 7 dias)

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	118,75	177,14	196,25	
	2	118,04	162,68	196,79	
	3	65,18	119,11	176,75	
	4	175,89	222,86	237,50	
	5	124,29	155,36	154,64	
	6	129,11	146,07	166,61	
	Média	121,87^c	163,87^b	188,09^a	10,10
CDR (g)	1	199,82	257,14	245,27	
	2	189,97	289,29	296,43	
	3	163,79	260,71	258,00	
	4	245,36	268,39	298,39	
	5	218,19	244,29	205,24	
	6	255,61	315,88	243,93	
	Média	212,12^b	272,62^a	257,88^a	11,61
CA	1	1,68	1,45	1,25	
	2	1,61	1,78	1,51	
	3	2,51	2,19	1,46	
	4	1,39	1,20	1,26	
	5	1,76	1,57	1,33	
	6	1,98	2,16	1,46	
	Média	1,82^a	1,72^a	1,37^b	12,68

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A2. Resultado de desempenho dos leitões em recria na segunda semana experimental (8 a 14 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	258,13	267,32	302,50	
	2	234,46	319,82	310,18	
	3	272,68	331,43	340,57	
	4	330,36	376,79	410,71	
	5	258,21	273,93	303,39	
	6	335,54	330,18	307,14	
	Média	281,56^a	316,58^a	329,08^a	7,70
CDR (g)	1	452,68	433,04	422,50	
	2	368,39	455,00	434,46	
	3	367,50	428,57	472,86	
	4	466,07	537,32	554,29	
	5	392,68	398,93	388,75	
	6	474,14	443,57	424,11	
	Média	420,24^a	449,40^a	449,50^a	8,03
CA	1	1,75	1,62	1,40	
	2	1,57	1,42	1,40	
	3	1,35	1,29	1,39	
	4	1,41	1,43	1,35	
	5	1,52	1,46	1,28	
	6	1,41	1,34	1,38	
	Média	1,49^a	1,42^{ab}	1,37^b	5,72

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A3. Resultado de desempenho dos leitões em recria nas duas primeiras semanas experimentais (0 a 14 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	188,44	222,23	249,38	
	2	176,25	241,25	253,48	
	3	168,93	225,27	258,66	
	4	253,13	299,82	324,11	
	5	191,25	214,64	229,02	
	6	232,32	238,13	236,88	
	Média	201,72^b	240,22^a	258,58^a	7,18
CDR (g)	1	326,25	345,09	333,88	
	2	279,18	372,14	365,45	
	3	265,64	358,93	365,43	
	4	355,71	402,86	426,34	
	5	305,44	321,61	296,99	
	6	364,88	379,72	334,02	
	Média	316,18^b	363,39^a	353,69^a	8,37
CA	1	1,73	1,55	1,34	
	2	1,58	1,54	1,44	
	3	1,57	1,59	1,41	
	4	1,41	1,34	1,32	
	5	1,60	1,50	1,30	
	6	1,57	1,59	1,41	
	Média	1,57^a	1,51^a	1,37^b	4,15

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A4. Resultado de desempenho dos leitões em recria na terceira semana experimental (15 a 21 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	317,86	368,81	376,43	
	2	284,52	351,90	356,90	
	3	374,05	334,76	412,62	
	4	408,81	492,38	501,90	
	5	444,52	347,14	333,57	
	6	345,48	283,33	398,57	
	Média	362,54^a	363,05^a	396,67^a	12,81
CDR (g)	1	511,19	523,10	554,76	
	2	510,95	491,43	630,00	
	3	548,10	475,48	640,24	
	4	715,24	741,90	726,90	
	5	611,43	563,57	451,43	
	6	589,05	460,24	554,29	
	Média	580,99^a	542,62^a	592,94^a	11,10
CA	1	1,61	1,42	1,47	
	2	1,80	1,40	1,77	
	3	1,47	1,42	1,55	
	4	1,75	1,51	1,45	
	5	1,38	1,62	1,35	
	6	1,71	1,62	1,39	
	Média	1,62^a	1,50^a	1,50^a	9,55

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A5. Resultado de desempenho dos leitões em recria na quarta semana experimental (22 a 28 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	466,67	452,38	476,19	
	2	357,14	495,24	514,29	
	3	342,86	457,14	509,52	
	4	509,52	523,81	566,67	
	5	504,76	471,43	366,67	
	6	352,38	438,10	507,62	
	Média	422,22^a	473,02^a	490,16^a	13,49
CDR (g)	1	713,10	649,05	702,86	
	2	643,57	760,48	900,24	
	3	681,29	715,71	880,95	
	4	868,33	883,81	911,19	
	5	888,05	630,48	535,00	
	6	584,05	642,14	710,00	
	Média	729,73^a	713,61^a	773,37^a	14,97
CA	1	1,53	1,43	1,48	
	2	1,80	1,54	1,75	
	3	1,99	1,57	1,73	
	4	1,70	1,69	1,61	
	5	1,76	1,34	1,46	
	6	1,66	1,47	1,40	
	Média	1,74^a	1,50^b	1,57^b	6,02

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A6. Resultado de desempenho dos leitões em recria na quinta semana experimental (29 a 35 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	595,24	633,33	619,05	
	2	466,67	638,10	685,71	
	3	604,76	623,81	695,24	
	4	671,43	609,52	714,29	
	5	557,14	600,00	604,76	
	6	464,29	547,62	597,14	
	Média	559,92^b	608,73^b	652,70^a	7,71
CDR (g)	1	907,62	946,90	830,48	
	2	759,05	1035,00	1029,05	
	3	971,19	836,19	1017,14	
	4	1020,65	1123,10	1177,38	
	5	1019,76	948,10	790,24	
	6	1127,86	760,00	858,81	
	Média	967,69^a	941,55^{ab}	950,52^a	14,27
CA	1	1,52	1,50	1,34	
	2	1,63	1,62	1,50	
	3	1,61	1,34	1,46	
	4	1,52	1,84	1,65	
	5	1,83	1,58	1,31	
	6	2,43	1,39	1,44	
	Média	1,75^a	1,54^a	1,45^a	16,04

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A7. Resultado de desempenho dos leitões em recria nas três últimas semanas experimentais (15 a 35 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	459,92	484,84	490,56	
	2	369,44	495,08	518,97	
	3	440,56	471,90	539,13	
	4	529,92	541,90	594,29	
	5	502,14	472,86	435,00	
	6	387,38	423,02	501,11	
	Média	448,23^b	481,60^{ab}	513,18^a	8,63
CDR (g)	1	710,63	706,35	696,03	
	2	637,86	762,30	853,10	
	3	733,52	675,79	846,11	
	4	868,17	916,27	938,49	
	5	839,75	714,05	592,22	
	6	766,98	620,79	707,70	
	Média	759,49^a	732,59^a	772,28^a	11,67
CA	1	1,55	1,46	1,42	
	2	1,73	1,54	1,64	
	3	1,66	1,43	1,57	
	4	1,64	1,69	1,58	
	5	1,67	1,51	1,36	
	6	1,91	1,47	1,41	
	Média	1,69^a	1,52^b	1,50^b	6,88

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A8. Resultado de desempenho dos leitões em recria nas cinco semanas experimentais (0 a 35 dias).

Item*	Bloco	Tratamentos			CV**
		Controle	PC	PE	
GDP (g)	1	351,33	379,80	394,08	
	2	292,17	393,55	412,77	
	3	331,91	373,25	426,94	
	4	419,20	445,07	486,21	
	5	377,78	369,57	352,61	
	6	325,36	349,06	395,42	
	Média	349,63^b	385,05^a	411,34^a	7,18
CDR (g)	1	556,88	561,85	551,17	
	2	494,39	606,24	658,04	
	3	546,37	543,33	653,84	
	4	663,19	710,90	733,63	
	5	626,02	557,07	474,13	
	6	606,14	524,37	558,23	
	Média	582,17^a	583,96^a	604,84^a	10,39
CA	1	1,59	1,48	1,39	
	2	1,68	1,54	1,58	
	3	1,64	1,46	1,52	
	4	1,57	1,58	1,49	
	5	1,65	1,51	1,34	
	6	1,78	1,51	1,41	
	Média	1,65^a	1,51^b	1,46^b	4,64

* GDP = ganho diário de peso, CDR = consumo diário de ração, CA = conversão alimentar.

** Coeficiente de Variação. Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A9. Resultado do efeito da dieta sobre os componentes plasmáticos dos leitões.

Componentes	Bloco	Tratamentos		
		Controle	PC*	PE*
Proteína Total (g/dL)	1	4,9	5,6	5,6
	2	5,1	5,4	5,5
	3	5,0	5,4	5,4
	4	5,3	5,8	5,2
	5	5,6	5,4	5,6
	6	6,4	5,4	5,4
	Média ± DP	5,38 ± 0,56^a	5,50 ± 0,17^a	5,45 ± 0,15^a
Albumina (g/dL)	1	2,8	3,6	3,6
	2	2,9	3,6	3,8
	3	3,0	3,8	3,5
	4	3,4	4,1	3,4
	5	3,6	3,5	3,7
	6	3,0	3,5	3,5
	Média ± DP	3,12 ± 0,31^b	3,68 ± 0,23^a	3,58 ± 0,15^a
Globulina (g/dL)	1	2,1	2,0	2,0
	2	2,2	1,8	1,7
	3	2,0	1,6	1,9
	4	1,9	1,7	1,8
	5	2,0	1,9	1,9
	6	3,4	1,9	1,9
	Média ± DP	2,27 ± 0,56^a	1,82 ± 0,15^a	1,87 ± 0,10^a
Relação Albumina/ Globulina	1	1,3	1,8	1,8
	2	1,3	2,0	2,2
	3	1,5	2,4	1,8
	4	1,8	2,4	1,9
	5	1,8	1,8	1,9
	6	0,9	1,8	1,8
	Média ± DP	1,43 ± 0,34^b	2,03 ± 0,29^a	1,90 ± 0,15^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A10. Resultado do efeito da dieta sobre os componentes plasmáticos dos leitões.

Componentes	Bloco	Tratamentos		
		Controle	PC*	PE*
Uréia (mg/dL)	1	20	17	22
	2	27	21	18
	3	20	24	21
	4	23	21	28
	5	26	24	22
	6	22	29	22
	Média ± DP	23,00 ± 2,97^a	22,67 ± 4,03^a	22,17 ± 3,25^a
Colesterol Total (mg/dL)	1	66	74	67
	2	75	78	62
	3	67	52	63
	4	64	55	56
	5	66	58	56
	6	63	48	58
	Média ± DP	66,83 ± 4,26^a	60,83 ± 12,27^a	60,33 ± 4,41^a
Triglicerídios (mg/dL)	1	45	42	66
	2	48	48	29
	3	47	51	34
	4	34	46	37
	5	44	50	38
	6	30	46	42
	Média ± DP	41,33 ± 7,47^a	47,17 ± 3,25^a	41,00 ± 12,99^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A11. Resultado de peso do fígado (PFig.), percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig.) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF) dos leitões aos 14 dias de experimento.

Item	Bloco	Tratamentos		
		Controle	PC*	PE*
Pfig14	1	170,55	177,71	165,88
	2	148,75	187,29	181,06
	3	170,35	176,94	173,96
	4	189,86	198,47	198,38
	5	143,56	185,07	191,47
	6	136,55	175,56	184,43
	Média ± DP	159,94 ± 20,28^b	183,51 ± 8,72^a	182,53 ± 11,73^a
%Fig14	1	1,99	1,87	1,61
	2	1,92	2,08	2,01
	3	2,05	1,96	1,94
	4	1,92	1,77	1,91
	5	1,70	1,95	1,85
	6	1,85	1,95	2,35
	Média ± DP	1,91 ± 0,12^a	1,93 ± 0,10^a	1,95 ± 0,24^a
%PTF14	1	15,28	14,81	13,32
	2	14,92	14,66	15,39
	3	13,35	14,44	14,54
	4	14,10	14,09	14,21
	5	12,74	13,54	12,11
	6	14,05	13,35	14,58
	Média ± DP	14,07 ± 0,95^a	14,15 ± 0,60^a	14,03 ± 1,15^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A12. Resultado de peso do fígado (PFig.), percentagem de fígado em relação ao peso corporal (%Fig.) e percentagem de proteínas totais no fígado (%PTF) dos leitões aos 35 dias de experimento.

Item	Bloco	Tratamentos		
		Controle	PC*	PE*
Pfig35	1	445,65	511,09	504,08
	2	420,07	420,02	473,16
	3	438,56	443,26	485,17
	4	488,24	530,00	550,00
	5	444,10	549,00	438,88
	6	470,89	393,45	404,56
	Média ± DP	451,25 ± 24,37^a	474,47 ± 64,00^a	475,98 ± 50,67^a
%Fig35	1	2,70	2,40	2,24
	2	2,64	2,30	2,39
	3	2,35	2,08	2,26
	4	2,00	2,22	2,30
	5	2,39	2,51	2,00
	6	2,55	2,24	2,16
	Média ± DP	2,44 ± 0,25^a	2,29 ± 0,15^a	2,23 ± 0,13^a
%PTF35	1	15,02	14,73	14,38
	2	15,23	14,99	13,50
	3	14,96	14,82	14,96
	4	15,97	14,45	15,58
	5	13,97	15,62	14,40
	6	13,71	13,79	13,39
	Média ± DP	14,81 ± 0,84^a	14,73 ± 0,60^a	14,37 ± 0,84^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A13. Resultado do efeito da dieta sobre o conteúdo de glutatona no fígado e baço dos leitões aos 14 e 35 dias de experimento.

Glutaciona	Bloco	Tratamentos		
		Controle	PC*	PE*
Fígado14 ($\mu\text{mol/g}$)	1	11,15	13,18	14,62
	2	9,98	15,42	11,92
	3	10,41	12,55	12,22
	4	9,94	13,47	13,92
	5	9,10	13,85	12,88
	6	10,48	13,59	12,09
	Média \pm DP	10,18 \pm 0,68^b	13,68 \pm 0,96^a	12,94 \pm 1,10^a
Baço14 ($\mu\text{mol/g}$)	1	2,08	2,73	2,38
	2	2,45	2,42	2,57
	3	2,75	2,04	2,80
	4	2,83	2,56	2,73
	5	2,88	2,86	2,62
	6	3,00	2,09	1,98
	Média \pm DP	2,67 \pm 0,34^a	2,45 \pm 0,33^a	2,51 \pm 0,30^a
Fígado35 ($\mu\text{mol/g}$)	1	3,73	6,40	6,18
	2	5,07	7,11	6,41
	3	4,79	6,40	7,25
	4	4,93	7,18	5,41
	5	5,76	6,82	7,83
	6	6,23	8,43	6,91
	Média \pm DP	5,09 \pm 0,86^b	7,06 \pm 0,75^a	6,67 \pm 0,85^a
Baço35 ($\mu\text{mol/g}$)	1	2,54	2,72	2,92
	2	2,58	2,64	2,63
	3	2,41	2,56	2,74
	4	2,62	2,67	2,52
	5	2,65	2,80	2,70
	6	2,64	2,68	2,69
	Média \pm DP	2,57 \pm 0,09^a	2,68 \pm 0,08^a	2,70 \pm 0,13^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A14. Medidas de espessura total da mucosa do jejuno (14 dias).

ETM (µm)	Controle	PC*	PE*
1	726,98	779,03	873,03
2	790,74	807,69	793,98
3	721,68	767,17	798,21
4	706,78	832,43	698,73
5	659,34	760,80	686,34
6	718,94	769,58	607,88
7	819,25	764,12	809,01
8	706,75	725,92	726,44
9	826,29	727,44	763,74
10	787,01	775,04	868,45
média ± DP	746,38 ± 55,55	770,92 ± 32,14	762,58 ± 83,63
11	713,50	687,16	762,11
12	596,40	709,07	719,32
13	674,04	709,58	814,20
14	610,21	676,35	747,19
15	547,53	838,52	757,92
16	596,78	921,54	760,75
17	608,44	790,94	759,03
18	679,65	670,06	898,29
19	547,16	708,05	825,85
20	569,83	920,59	731,02
média ± DP	614,35 ± 57,06	763,19 ± 98,38	777,57 ± 53,73
21	598,68	719,26	701,43
22	630,06	615,60	735,75
23	682,73	774,44	878,38
24	543,92	800,50	830,70
25	551,40	780,58	702,77
26	610,63	799,00	777,96
27	602,69	864,19	810,75
28	785,97	879,47	872,42
29	794,06	761,58	853,72
30	778,11	648,54	869,49
média ± D P	657,83 ± 96,56	764,32 ± 84,11	803,34 ± 69,79
31	811,87	840,99	834,77
32	839,65	810,31	861,80
33	800,11	830,44	785,71
34	785,27	727,00	641,22
35	762,66	748,25	618,98
36	722,75	694,93	700,49
37	668,09	804,49	627,36
38	660,77	772,54	572,95
39	572,46	845,26	591,66
40	697,08	849,45	860,80
média ± D P	732,07 ± 83,20	792,37 ± 74,21	709,57 ± 115,38

41	662,43	775,99	790,36
42	589,05	774,54	759,97
43	629,82	773,95	619,92
44	539,27	848,14	675,65
45	568,85	592,27	626,25
46	655,50	630,12	775,75
47	556,94	717,70	774,04
48	563,12	793,71	826,46
49	614,11	720,03	760,79
50	642,85	664,70	717,61
média ± D P	602,19 ± 44,53	729,12 ± 79,93	732,68 ± 70,51
51	674,95	888,09	809,51
52	610,37	759,73	769,39
53	849,96	704,25	764,39
54	603,99	689,81	838,89
55	588,74	633,68	738,30
56	613,22	709,74	735,76
57	617,50	826,72	783,49
58	650,05	661,22	769,52
59	594,83	823,14	786,46
60	597,81	831,50	654,34
média ± D P	640,14 ± 78,35	752,79 ± 85,45	765,01 ± 49,55
MÉDIA ± D P	665,49 ± 60,49^b	762,12 ± 20,85^a	758,46 ± 33,14^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A15. Medidas de espessura total da mucosa do jejuno (35 dias).

ETM (µm)	Controle	PC*	PE*
1	574,71	709,54	935,56
2	547,24	711,81	923,48
3	599,77	729,99	763,37
4	598,93	782,19	772,34
5	585,82	837,43	737,19
6	607,17	798,15	716,36
7	585,86	742,495	794,39
8	663,26	758,14	707,74
9	732,32	754,17	976,15
10	707,01	734,06	665,79
média ± DP	620,21 ± 60,33	755,80 ± 40,21	799,24 ± 107,63
11	634,05	688,37	756,40
12	641,35	755,52	861,24
13	511,08	726,75	813,21
14	702,03	752,58	866,03
15	731,00	738,48	777,86
16	742,53	995,68	772,33
17	739,57	872,40	762,84
18	704,80	904,01	869,10
19	718,19	875,11	828,52
20	686,48	900,54	755,42
média ± DP	681,11 ± 70,54	820,94 ± 100,86	806,30 ± 47,14
21	632,04	903,19	761,82
22	573,90	870,46	805,76
23	721,90	836,42	833,74
24	598,05	773,58	783,03
25	635,12	709,85	723,52
26	588,24	835,83	861,41
27	684,47	835,09	811,69
28	732,43	922,20	821,16
29	625,06	866,09	774,98
30	684,88	876,28	756,35
média ± D P	647,61 ± 55,56	842,90 ± 62,36	793,35 ± 41,11
31	918,94	770,35	784,28
32	806,19	793,04	556,36
33	747,04	706,82	606,32
34	715,69	687,83	572,87
35	749,17	651,37	743,19
36	745,24	693,10	712,16
37	808,38	746,39	779,98
38	792,54	802,82	702,99
39	667,65	749,96	871,41
40	820,73	723,15	773,37
média ± D P	777,16 ± 68,75	732,48 ± 48,78	710,29 ± 102,63

41	680,58	770,07	810,78
42	831,37	683,50	840,44
43	754,80	837,11	773,57
44	752,49	877,65	737,27
45	848,96	831,94	906,58
46	704,07	880,41	784,54
47	718,23	704,87	756,78
48	868,10	690,78	764,64
49	808,44	896,24	826,83
50	731,98	755,94	880,66
média ± D P	769,90 ± 65,07	792,85 ± 82,35	808,21 ± 55,43
51	765,18	743,46	822,49
52	751,80	668,72	798,88
53	690,66	735,45	825,61
54	643,48	729,50	700,08
55	692,13	828,85	769,15
56	635,26	781,51	752,90
57	825,20	660,88	745,16
58	836,23	679,24	698,90
59	879,88	801,70	716,57
60	904,32	712,05	699,73
média ± D P	762,41 ± 96,52	734,14 ± 56,80	752,95 ± 49,91
MÉDIA ± D P	709,73 ± 68,75^a	779,85 ± 46,36^a	778,39 ± 39,02^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A16. Medidas de altura de vilosidade do jejuno (14 dias).

AV (µm)	Controle	PC*	PE*
1	481,22	561,99	618,03
2	566,84	581,68	588,09
3	439,53	554,74	647,64
4	409,26	618,02	548,74
5	460,64	576,88	535,91
6	486,83	561,58	427,93
7	569,28	556,54	651,2
8	475,13	533,63	578,48
9	565,49	507,83	601,92
10	504,69	505,04	702,67
média ± DP	495,89 ± 55,77	555,79 ± 34,04	590,06 ± 75,81
11	474,08	470,50	594,11
12	406,27	502,48	579,89
13	470,18	525,69	682,77
14	395,51	526,26	562,66
15	360,99	626,9	601,34
16	458,73	691,97	589,93
17	416,95	628,17	556,64
18	477,03	523,95	667,06
19	397,85	526,14	594,6
20	387,08	693,64	541,59
média ± DP	424,47 ± 41,97	571,57 ± 81,06	597,06 ± 45,36
21	411,66	535,41	509,86
22	431,91	477,93	504,95
23	476,36	579,89	672,08
24	360,50	576,96	602,65
25	356,25	600,48	534,35
26	399,26	573,21	529,61
27	402,91	681,97	589,98
28	536,57	689,32	668,44
29	581,34	602,60	596,85
30	554,64	489,59	625,69
média ± D P	451,14 ± 81,49	580,74 ± 69,85	583,45 ± 61,77
31	534,91	619,53	626,16
32	564,12	566,27	638,38
33	526,14	605,58	594,97
34	526,17	535,05	460,89
35	508,49	544,86	420,24
36	509,78	513,64	466,09
37	478,78	577,26	449,96
38	478,05	570,39	465,09
39	426,30	649,93	464,47
40	458,56	627,70	690,01
média ± D P	501,13 ± 40,74	581,02 ± 43,87	527,63 ± 98,08

41	448,43	642,10	635,87
42	406,58	641,47	544,99
43	454,32	661,55	496,9
44	393,17	703,01	503,80
45	426,48	457,05	450,78
46	444,39	478,63	574,90
47	410,02	514,97	550,00
48	423,85	652,25	662,03
49	419,55	532,50	560,62
50	477,15	484,90	497,88
média ± D P	430,39 ± 25,44	576,84 ± 91,57	547,78 ± 65,11
51	459,70	690,51	610,59
52	443,62	556,94	616,34
53	602,41	549,73	580,82
54	467,27	536,86	646,92
55	443,81	490,45	541,53
56	426,69	564,42	555,67
57	409,02	590,22	615,71
58	461,88	462,22	611,32
59	433,81	584,17	628,58
60	430,55	604,57	503,97
média ± D P	457,88 ± 53,84	563,01 ± 62,80	591,15 ± 44,67
MÉDIA ± D P	460,15 ± 32,25^b	571,50 ± 10,23^a	572,85 ± 28,29^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A17. Medidas de altura de vilosidade do jejuno (35 dias).

AV (µm)	Controle	PC*	PE*
1	438,13	521,88	605,56
2	393,72	572,26	680,00
3	430,68	601,34	547,44
4	403,82	578,97	546,88
5	406,20	641,82	520,66
6	426,14	546,16	489,09
7	430,58	601,14	495,82
8	505,12	553,64	469,57
9	535,86	556,48	675,48
10	485,33	490,32	460,53
média ± DP	445,56 ± 47,31	566,40 ± 43,14	549,10 ± 80,08
11	425,78	471,91	508,69
12	427,03	543,74	651,52
13	354,75	489,62	596,75
14	501,79	482,76	638,50
15	506,65	514,21	564,82
16	506,43	700,78	501,99
17	508,77	629,62	547,89
18	502,55	643,03	646,21
19	555,68	597,45	551,66
20	483,00	595,96	573,07
média ± DP	477,24 ± 58,04	566,91 ± 78,04	578,11 ± 54,21
21	469,66	639,34	541,65
22	402,16	593,13	559,86
23	512,70	544,97	605,63
24	419,72	534,23	593,04
25	481,21	429,75	494,76
26	467,20	550,40	553,46
27	473,29	566,75	581,37
28	498,66	597,36	593,20
29	474,66	566,74	540,05
30	462,36	541,89	533,73
média ± D P	466,16 ± 33,09	556,46 ± 54,80	559,68 ± 34,08
31	662,05	617,20	655,17
32	513,31	554,83	446,68
33	484,65	538,91	480,90
34	473,71	512,08	434,75
35	492,65	485,25	552,40
36	472,39	505,21	549,60
37	535,55	611,80	609,39
38	574,65	545,77	584,69
39	462,29	543,50	705,30
40	526,85	534,27	620,22
média ± D P	519,81 ± 60,77	544,88 ± 42,38	563,91 ± 89,22

41	505,21	570,81	590,10
42	584,22	498,85	611,75
43	545,4	590,47	616,50
44	520,06	551,29	574,21
45	533,43	620,51	689,02
46	495,95	617,90	571,45
47	527,33	496,69	539,56
48	569,71	500,60	540,07
49	583,81	636,84	628,13
50	560,51	578,60	661,38
média ± D P	542,56 ± 31,44	566,26 ± 52,99	602,22 ± 49,07
51	497,00	572,44	649,10
52	515,42	498,85	600,68
53	454,65	590,47	614,64
54	443,97	551,29	495,73
55	461,00	620,51	496,86
56	434,50	617,90	598,34
57	548,17	496,69	591,34
58	631,88	500,60	522,73
59	694,75	636,84	572,42
60	679,45	578,60	494,71
média ± D P	536,08 ± 98,93	566,42 ± 53,01	563,66 ± 56,59
MÉDIA ± D P	497,90 ± 40,26^b	561,22 ± 8,96^a	569,45 ± 18,56^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A18. Medidas de profundidade de cripta do jejuno (14 dias).

PC (µm)	Controle	PC*	PE*
1	245,76	217,04	255,00
2	223,90	226,01	205,89
3	282,15	212,43	150,57
4	297,52	214,41	149,99
5	198,70	183,92	150,43
6	232,11	208,00	179,95
7	249,97	207,58	157,81
8	231,62	192,29	147,96
9	260,80	219,61	161,82
10	282,32	270,00	165,78
média ± DP	250,49 ± 30,62	215,13 ± 23,01	172,52 ± 34,04
11	239,42	216,66	168,00
12	190,13	206,59	139,43
13	203,86	183,89	131,43
14	214,70	150,09	184,53
15	186,54	211,62	156,58
16	138,05	229,57	170,82
17	191,49	162,77	202,39
18	202,62	146,11	231,23
19	149,31	181,91	231,25
20	182,75	226,95	189,43
média ± DP	189,89 ± 29,49	191,62 ± 31,13	180,51 ± 34,39
21	187,02	183,85	191,57
22	198,15	137,67	230,8
23	206,37	194,55	206,3
24	183,42	223,54	228,05
25	195,15	180,10	168,42
26	211,37	225,79	248,35
27	199,78	182,22	220,77
28	249,4	190,15	203,98
29	212,72	158,98	256,87
30	223,47	158,95	243,80
média ± D P	206,69 ± 19,28	183,58 ± 27,64	219,89 ± 27,54
31	276,96	221,46	208,61
32	275,53	244,04	223,42
33	273,97	224,86	190,74
34	259,10	191,95	180,33
35	254,17	203,39	198,74
36	212,97	181,29	234,40
37	189,31	227,23	177,40
38	182,72	202,15	107,86
39	146,16	195,33	127,19
40	238,52	221,75	170,79
média ± D P	230,95 ± 45,85	211,35 ± 19,43	181,95 ± 39,69

41	214,00	133,89	154,49
42	182,47	133,07	214,98
43	175,50	112,40	123,02
44	146,10	145,13	171,85
45	142,37	135,22	175,47
46	211,11	151,49	200,85
47	146,92	202,73	224,04
48	139,27	141,46	164,43
49	194,56	187,53	200,17
50	165,70	179,80	219,73
média ± D P	171,80 ± 28,31	152,27 ± 28,49	184,90 ± 32,61
51	215,25	197,58	198,92
52	166,75	202,79	153,05
53	247,55	154,52	183,57
54	136,72	152,95	191,97
55	144,93	143,23	196,77
56	186,53	145,32	180,09
57	208,48	236,50	167,78
58	188,17	199,00	158,20
59	161,02	238,97	157,88
60	167,26	226,93	150,37
média ± D P	182,27 ± 34,12	189,78 ± 38,07	173,68 ± 18,67
MÉDIA ± D P	205,35 ± 30,30^a	190,62 ± 22,59^a	185,58 ± 17,49^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A19. Medidas de profundidade de cripta do jejuno (35 dias).

PC (µm)	Controle	PC*	PE*
1	136,58	187,66	330,00
2	153,52	139,55	243,48
3	169,09	128,65	215,93
4	195,11	203,22	225,46
5	179,62	195,61	216,53
6	181,03	251,99	227,27
7	155,28	141,35	298,57
8	158,14	204,50	238,17
9	196,46	197,69	300,67
10	221,68	243,74	205,26
média ± DP	174,65 ± 25,27	189,40 ± 42,01	250,13 ± 43,35
11	208,27	216,46	247,71
12	214,32	211,78	209,72
13	156,33	237,13	216,46
14	200,24	269,82	227,53
15	224,35	224,27	213,04
16	236,10	294,90	270,34
17	230,80	242,78	214,95
18	202,25	260,98	222,89
19	162,51	277,66	276,86
20	203,48	304,58	182,35
média ± DP	203,87 ± 26,45	254,04 ± 32,62	228,19 ± 28,94
21	162,38	263,85	220,17
22	171,74	277,33	245,90
23	209,20	291,45	228,11
24	178,33	239,35	189,99
25	153,91	280,10	228,76
26	121,04	285,43	307,95
27	211,18	268,34	230,32
28	233,77	324,84	227,96
29	150,40	299,35	234,93
30	222,52	334,39	222,62
média ± D P	181,45 ± 36,39	286,44 ± 28,18	233,67 ± 29,78
31	256,89	153,15	129,11
32	292,88	238,21	109,68
33	262,39	167,91	125,42
34	241,98	175,75	138,12
35	256,52	166,12	190,79
36	272,85	187,89	162,56
37	272,83	134,59	170,59
38	217,89	257,05	118,30
39	205,36	206,46	166,11
40	293,88	188,88	153,15
média ± D P	257,35 ± 29,06	187,60 ± 37,61	146,38 ± 26,24

41	175,37	199,26	220,68
42	247,15	184,65	228,69
43	209,40	246,64	157,07
44	232,43	326,36	163,06
45	315,53	211,43	217,56
46	208,12	262,51	213,09
47	190,90	208,18	217,22
48	298,39	190,18	224,57
49	224,63	259,40	198,70
50	171,47	177,34	219,28
média ± D P	227,34 ± 48,41	226,60 ± 46,61	205,99 ± 25,50
51	268,18	171,02	173,39
52	236,38	169,87	198,20
53	236,01	144,98	210,97
54	199,51	178,21	204,35
55	231,13	208,34	272,29
56	200,76	163,61	154,56
57	277,03	164,19	153,82
58	204,35	178,64	176,17
59	185,13	164,86	144,15
60	224,87	133,45	205,02
média ± D P	226,34 ± 29,99	167,72 ± 20,7	189,29 ± 37,77
MÉDIA ± D P	211,83 ± 31,28^a	218,63 ± 45,44^a	208,94 ± 37,38^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A20. Relação vilosidade:cripta do jejuno (14 dias).

RVC (µm)	Controle	PC*	PE*
1	1,96	2,59	2,42
2	2,53	2,57	2,86
3	1,56	2,61	4,30
4	1,38	2,88	3,66
5	2,32	3,14	3,56
6	2,10	2,70	2,38
7	2,28	2,68	4,13
8	2,05	2,78	3,91
9	2,17	2,31	3,72
10	1,79	1,87	4,24
média ± DP	2,01 ± 0,35	2,61 ± 0,34	3,52 ± 0,72
11	1,98	2,17	3,54
12	2,14	2,43	4,16
13	2,31	2,86	5,19
14	1,84	3,51	3,05
15	1,94	2,96	3,84
16	3,32	3,01	3,45
17	2,18	3,86	2,75
18	2,35	3,59	2,88
19	2,66	2,89	2,57
20	2,12	3,06	2,86
média ± DP	2,28 ± 0,43	3,03 ± 0,51	3,43 ± 0,80
21	2,20	2,91	2,66
22	2,18	3,47	2,19
23	2,31	2,98	3,26
24	1,97	2,58	2,64
25	1,83	3,33	3,17
26	1,89	2,54	2,13
27	2,02	3,74	2,67
28	2,15	3,63	3,28
29	2,73	3,79	2,32
30	2,48	3,08	2,57
média ± D P	2,18 ± 0,28	3,21 ± 0,46	2,69 ± 0,42
31	1,93	2,80	3,00
32	2,05	2,32	2,86
33	1,92	2,69	3,12
34	2,03	2,79	2,56
35	2,00	2,68	2,11
36	2,39	2,83	1,99
37	2,53	2,54	2,54
38	2,62	2,82	4,31
39	2,92	3,33	3,65
40	1,92	2,83	4,04
média ± D P	2,23 ± 0,36	2,76 ± 0,26	3,02 ± 0,78

41	2,10	4,80	4,12
42	2,23	4,82	2,54
43	2,59	5,89	4,04
44	2,69	4,84	2,93
45	3,00	3,38	2,57
46	2,11	3,16	2,86
47	2,79	2,54	2,45
48	3,04	4,61	4,03
49	2,16	2,84	2,80
50	2,88	2,70	2,27
média ± D P	2,56 ± 0,38	3,96 ± 1,16	3,06 ± 0,72
51	2,14	3,49	3,07
52	2,66	2,75	4,03
53	2,43	3,56	3,16
54	3,42	3,51	3,37
55	3,06	3,42	2,75
56	2,29	3,88	3,09
57	1,96	2,50	3,67
58	2,45	2,32	3,86
59	2,69	2,44	3,98
60	2,57	2,66	3,35
média ± D P	2,57 ± 0,43	3,05 ± 0,57	3,43 ± 0,43
MÉDIA ± D P	2,30 ± 0,22^b	3,10 ± 0,47^a	3,19 ± 0,32^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).

Tabela A21. Relação vilosidade:cripta do jejuno (35 dias).

RVC (µm)	Controle	PC*	PE*
1	3,21	2,78	1,84
2	2,56	4,10	2,79
3	2,55	4,67	2,54
4	2,07	2,85	2,43
5	2,26	3,28	2,40
6	2,35	2,17	2,15
7	2,77	4,25	1,66
8	3,19	2,71	1,97
9	2,73	2,81	2,25
10	2,19	2,01	2,24
média ± DP	2,59 ± 0,39	3,16 ± 0,90	2,23 ± 0,34
11	2,04	2,18	2,05
12	1,99	2,57	3,11
13	2,27	2,06	2,76
14	2,51	1,79	2,81
15	2,26	2,29	2,65
16	2,14	2,38	1,86
17	2,20	2,59	2,55
18	2,48	2,46	2,90
19	3,42	2,15	1,99
20	2,37	1,96	3,14
média ± DP	2,37 ± 0,41	2,24 ± 0,26	2,58 ± 0,46
21	2,89	2,42	2,46
22	2,34	2,14	2,28
23	2,45	1,87	2,65
24	2,35	2,23	3,12
25	3,13	1,53	2,16
26	3,86	1,93	1,80
27	2,24	2,11	2,52
28	2,13	1,84	2,60
29	3,16	1,89	2,30
30	2,08	1,62	2,40
média ± DP	2,66 ± 0,58	1,96 ± 0,27	2,43 ± 0,35
31	2,58	4,03	5,07
32	1,75	2,33	4,07
33	1,85	3,21	3,83
34	1,96	2,91	3,15
35	1,92	2,92	2,90
36	1,73	2,69	3,38
37	1,96	4,55	3,57
38	2,64	2,12	4,94
39	2,25	2,63	4,25
40	1,79	2,83	4,05
média ± DP	2,04 ± 0,33	3,02 ± 0,74	3,92 ± 0,71

41	2,88	2,86	2,67
42	2,36	2,70	2,68
43	2,60	2,39	3,93
44	2,24	1,69	3,52
45	1,69	2,93	3,17
46	2,38	2,35	2,68
47	2,76	2,39	2,48
48	1,91	2,63	2,40
49	2,60	2,46	3,16
50	3,27	3,26	3,02
média ± D P	2,47 ± 0,46	2,57 ± 0,42	2,97 ± 0,48
51	1,85	3,35	3,74
52	2,18	2,94	3,03
53	1,93	4,07	2,91
54	2,23	3,09	2,43
55	1,99	2,98	1,82
56	2,16	3,78	3,87
57	1,98	3,03	3,84
58	3,09	2,80	2,97
59	3,75	3,86	3,97
60	3,02	4,34	2,41
média ± D P	2,42 ± 0,64	3,42 ± 0,54	3,10 ± 0,74
MÉDIA ± D P	2,43 ± 0,22^a	2,73 ± 0,57^a	2,87 ± 0,61^a

*PC = plasma comercial e PE = plasma experimental.

Médias seguidas por letras diferentes na horizontal indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$).