

DIEGO ALBERTO LESCANO

**USO DE L-GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA EM
RAÇÕES PARA LEITÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A334u
2014 Alberto Lescano, Diego, 1987-
Uso de L-glutamina e ácido glutâmico + L-glutamina em
rações para leitões / Diego Alberto Lescano. – Viçosa, MG,
2014.

xii, 120f. : il. ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Horácio Santiago Rostagno.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Glutamina. 3. Ácido glutâmico. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.4

DIEGO ALBERTO LESCANO

**USO DE L-GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA EM
RAÇÕES PARA LEITÕES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

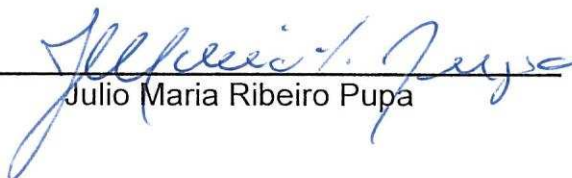
APROVADA: 17 de Fevereiro de 2014



Luiz Fernando Teixeira Albino
(Coorientador)



Melissa Izabel Hannas



Julio Maria Ribeiro Pupa



Horacio Santiago Rostagno
(Orientador)

BIOGRAFIA

Diego Alberto Lescano, filho de Jose Alberto Lescano e Raquel Alejandra Camurri, nasceu em Cordoba – Argentina, em 19 de Fevereiro de 1987.

Em março de 2005, iniciou seu curso de graduação em Medicina Veterinária, na Universidade Católica de Cordoba, Argentina , concluindo em Outubro de 2010.

Em março de 2007 começou seu trabalho na empresa de Nutrição Animal, Biofarma S.A - Argentina, como estagiário desenvolvendo diversos experimentos práticos na área de manejo e nutrição de suínos.

Em novembro de 2010 ingressou como parte do Departamento Técnico da área de suínos, finalmente no ano 2013 começa seus trabalhos no Centro de Pesquisa da Empresa Biofarma S.A. – Argentina.

Em fevereiro de 2012 iniciou o curso de Mestrado em zootecnia na Universidade Federal de Viçosa na área de Nutrição e Produção de Animais Monogástricos, submetendo-se a defesa de tese no dia 17 de Fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

Chego ao fim de uma etapa muito importante em minha vida e alguns parágrafos não serão suficientes para expressar todo meu agradecimento e respeito por cada uma das pessoas que estiveram presentes ao longo deste sonho realizado, mas tentarei explicar minha admiração por cada um de vocês.

Primeiro aos meus pais Alejandra e Alberto por educar-me, apoiar-me e estar em cada momento, foi um longo caminho com muitos momentos difíceis que estão dando frutos, simplesmente espero que possam estar orgulhosos desta conquista.

Aos meus irmãos, Pablo e Agustin por estar sempre, a distancia me ajudou a saber o quanto os amo e o importante que são para mim, que sempre estejam presentes em minha vida.

À minha cunhada Jessica por seu apoio permanente.

Aos meus tios que sempre confiaram em mim e me apoiaram em cada momento, obrigado Silvia e Dani por estarem.

À duas pessoas chave neste sonho realizado, José Arrieta e Juan Vaudagna, colegas, amigos, conselheiros e responsáveis para que sempre tenha um objetivo à frente e poder lutar para cumpri-lo, obrigado pelo apoio em momentos chave, vocês sabem que são parte de tudo isto.

À Marcelo Vilosio e Luis Klinger como representantes da empresa Biofarma S.A., os que confiaram em mim, e me brindaram todo seu apoio para poder cumprir com meus estudos, também agradecer a cada um dos integrantes da Biofarma S.A. que estiveram presentes em cada momento que os necessitei.

À Marcelo Mirada, Leo Vitale, Emiliano Felicioni, colegas e amigos, obrigado pelo apoio, por sua boa predisposição e pelas melhores encomendas que alguém pode receber.

Ao Professor Horacio Rostagno por sua dedicação, seu tempo, apoio, por guiar-me em cada momento com suas palavras. Obrigado professor por me permitir ser seu orientado, a verdade que é um sonho cumprido poder haver trabalhado ao seu lado durante este tempo.

Aos meus professores co-orientadores, Luis Albino e Melissa Hannas por sua dedicação, tempo e guia nesta etapa profissional, sem vocês minha adaptação não teria sido de outra maneira.

Ao Dr. Julio Pupa, por sua predisposição desde o primeiro dia que cheguei ao Brasil.

Ao professor Juarez por seus conselhos e por estar sempre predisposto a me ajudar, obrigado professor.

A cada um dos meus estagiários, Amanda, Daiana, Gustavo, sem vocês nada teria sido possível, obrigado por estarem a cada dia, por seu trabalho e esforço.

À minha irmã adotiva Sandra Salguero por estar em cada momento, por tanta paciência, por me escutar e por compartilhar sua ampla experiência comigo.

À Juliana Parras por sempre estar atenta, obrigado por sua predisposição.

Aos meus amigos Nicolas Staringher e Nicolas Paez, pessoas que vou levar no coração e fizeram com que não me sentisse tão longe da Argentina.

A dois novos amigos Neto e David Sanchez, obrigado pelos momentos vividos e espero algum dia nos reencontrar.

Nelson, Marinei e Alice, obrigado pela aceitação e sua predisposição em cada momento.

Por ultimo um parágrafo muito especial à uma pessoa única, uma pessoa que a vida me pôs no caminho, e se não foi o destino o que foi? Amanda Melo, minha estagiaria, minha amiga, minha namorada. Obrigada por estar e seguir estando em cada momento desta nova etapa, sem você tudo teria

sido mais difícil, foram muitas horas de estudo, muitas horas de laboratório etc etc, obrigado pela paciência e me acompanhar até o último dia, obrigado pelo esforço. Não existem palavras para poder explicar quanto te admiro, simplesmente obrigado.

SUMÁRIO

Lista de tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	xi
Introdução Geral	1
Referencias Bibliográficas	24
Capitulo 1 – USO DE L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA EM LEITÕES.	32
Resumo	33
Introdução	34
Material e Métodos	37
Resultados e Discussão	45
Conclusão	53
Referencias Bibliográficas	53
Capitulo 2 – USO DO ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA EM LEITÕES.	57
Resumo	58
Introdução	60
Material e Métodos	62
Resultados e Discussão	69
Conclusão	78
Referencias Bibliográficas	79
Apendice	83

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

ENSAIO 1 E 2

Tabela 1 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões 41
no período Pre-inicial 1, entre 18 a 32 dias.

Tabela 2 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões 43
no período Pre-inicial 2, entre de 32 a 46 dias.

Tabela 3 - Desempenho (Kg) de leitões no período Pré-Inicial 1 45
(18 a 32 dias de idade), período Pré-Inicial 2 (32 a 46 dias de
idade) e no período Total (18 a 46 dias de idade) alimentados
com diferentes níveis de Gln na dieta.

Tabela 4 - Desempenho (Kg) de leitões no período Pré-Inicial 1 49
(18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Gln
na dieta.

Tabela 5 - Média da altura dos vilos (μm), profundidade da cripta 50
(μm) e relação vilos: cripta em leitões no período Pré-Inicial 1 (18
a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Gln na
dieta.

Tabela 6 - Média do peso dos órgãos digestivos em leitões na 52
período Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com
diferentes níveis de Gln na dieta.

CAPITULO 2

ENSAIO 3 E 4

Tabela 1 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões 65
no período Pre-inicial 1, entre de 18 a 32 dias.

Tabela 2 - Composição das Dietas Experimentais para Leitões 67
no período Pre-inicial 2, período de 32 a 46 dias.

Tabela 3 - Desempenho (Kg) de leitões no período Pré-Inicial 1 69
(18 a 32 dias de idade), período Pré-Inicial 2 (32 a 46 dias de
idade) e no período Total (18 a 46 dias de idade) alimentados
com diferentes níveis de Ácido Glutâmico mais Glutamina na
dieta.

Tabela 4 - Desempenho (Kg) de leitões no período Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutâmico mais Glutamina na dieta.	73
Tabela 5 - Média da altura dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilos: cripta em leitões no período Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutâmico mais Glutamina na dieta.	75
Tabela 6 - Média do peso dos órgãos digestivos em leitões no período Pré-Inicial 1 (18 a 25 dias de idade) alimentados com diferentes níveis de Ácido Glutâmico mais Glutamina na dieta.	78

RESUMO

LESCANO, Diego Alberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Uso de L-Glutamina e Ácido Glutâmico + L-Glutamina em Rações para Leitões**. Orientador: Rostagno Santiago Horacio. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Quatro ensaios foram conduzidos para avaliar o efeito da utilização de quatro níveis de L-Glutamina (Gln) e quatro níveis de Ácido Glutâmico + L-Glutamina em dietas para leitões após o desmame, sendo dois ensaios de desempenho e dois ensaios de morfohistologia intestinal. Em cada ensaio as dietas formuladas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. No ensaio de desempenho (ensaio 1) foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental. O período experimental foi de 28 dias, sendo o período 1 de 18 a 32 dias de vida, período 2 de 32 a 46 dias de vida e no período geral de 18 a 46 dias de vida. Os parâmetros avaliados foram: consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA). A adição de Gln na ração não influenciou ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho nos períodos. No ensaio de morfohistologia (ensaio 2) vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histológicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais. A adição de Gln na ração promoveu redução linear e linear-quadrático ($P<0,05$) na altura das vilosidades e profundidade das criptas do duodeno dos leitões respectivamente. Conclui-se que a adição de Gln nas rações de leitões após o desmama não apresentou efeitos benéficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões. No ensaio de desempenho (ensaio 3) foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuídos entre quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1

repetição com 3 animais por unidade experimental. O período experimental foi de 28 dias, sendo o período 1 de 18 a 32 dias de vida, período 2 de 32 a 46 dias de vida e no período total de 18 a 46 dias de vida. Os parâmetros avaliados foram consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA). A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmama melhorou de forma linear ($P < 0,05$) CRD, GPD e CA no período de 18 a 32 dias de idade, entretanto não foram verificados efeitos significativos ($P > 0,05$) no período 2 de 32 a 46 dias de idade, já no período total houve melhoria linear ($P < 0,05$) no CRD e CA, e melhoria linear-quadrática no GPD. No ensaio de morfohistologia (ensaio 4) vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histológicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais. A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmame apresentou efeito linear ($P < 0,05$) para os parâmetros de altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do duodeno, relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do jejuno, altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo. Já para o parâmetro profundidade de cripta do duodeno observou-se efeito linear-quadrático. Conclui-se que a adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmama apresentou efeitos benéficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões.

ABSTRACT

LESCANO, Diego Alberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2014.
Use of L-Glutamine and Glutamic Acid + L-Glutamine feeds for piglets.
Adviser: Horacio Rostagno Santiago. Co-adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Four experiments were conducted to evaluate the effect of the use of four levels of L-glutamine (Gln) and four levels of Glutamic acid + L-glutamine in the diet of piglets after weaning, two performance tests and two tests of intestinal morphohistology. In each test diets were formulated based on corn, soybean meal, cooked corn, dairy products, blood plasma and industrial amino acids. In the performance trial (trial 1) forty-four (44) piglets were distributed in four treatments (T1 - 0.0%; T2 - 0.4%; T3 - 0.8% and T4 - 1.2% of Gln) on five replications, on 4 repetitions with 2 animals per experimental unit and one repetition with 3 animals per experimental unit. The experimental period was of 28 days, with the first period 18-32 days of life, the second instead of 32-46 days of life and overall period 18-46 days. The evaluated parameters were average daily feed intake (ADFI), average daily weight gain (ADG) and feed conversion (F:G). The addition of Gln in the diet did not affect ($P > 0.05$) performance parameters in periods. In the testing of morphohistology (trial 2) twenty-four (24) piglets of 18 days old were divided into four treatments (T1 - 0.0%, T2 - 0.4%, T3 - 0.8% and T4 - 1, 2% of Gln) with six replicates and one animal per experimental unit. The animals were slaughtered at 7 days after weaning (25 days old) to collect samples of the three intestinal portions. The histologic evaluated parameters were villus height, crypt depth and villus height: crypt depth ratio of three segments. The addition of Gln in feed promoted linear and linear-quadratic reduction ($P < 0.05$) in the villus height and crypt depth of the duodenum of piglets respectively. It is concluded that the addition of Gln in diets of piglets after weaning showed no beneficial effects on performance and in maintaining the integrity of the intestinal mucosa of piglets. In the performance test (Test 3) forty-four (44) piglets were distributed among four treatments (T1- 0.0%; T2 - 0.4%; T3-0.8% and T4 - 1.2% of Glutamic acid + Gln) on five replications, on 4 repetitions on 2 animals per experimental unit and one repetition with 3 animals per experimental unit. The experimental period was of 28 days, with the first period 18-32 days of life, the second instead of 32-46 days of life and total period 18-46 days. The evaluated parameters were daily feed intake (ADFI), daily weight gain (ADG) and feed conversion (F:G). Addition of Glutamic Acid + Gln in diets of piglets after weaning improved linearly ($P < 0.05$) ADFI, ADG and F:G in the period 18-32 days of age, however significant effects were not observed ($P > 0, 05$) the second instead of 32-

46 days old, since the total period showed a linear improvement ($P < 0.05$) in the ADFI and F:G, and linear-quadratic improvement in ADG. In the testing of morphohistology (test 4) twenty-four (24) piglets of 18 days of age were divided into four treatments (T1 - 0.0%, T2 - 0.4%, T3 - 0.8% and T4 - 1.2% of glutamic Acid + Gln) with six replicates and one animal per experimental unit. The animals were slaughtered 7 days after weaning (25 days old) to collect samples of the three intestinal portions. The histologic parameters evaluated were villus height, crypt depth and villus height: crypt depth ratio of three segments. The addition of Glutamic Acid + Gln in the diet of piglets after weaning showed a linear effect ($P < 0.05$) for the parameters of villus height and villus height: crypt depth ratio of duodenal villus height: crypt depth ratio of jejunum, villus height and villus height: crypt depth ratio of the ileum. As for the crypt depth duodenal parameter observed linear-quadratic effect. It is concluded that the addition of Glutamic Acid + Gln in diets of piglets after weaning showed beneficial effects on performance and in maintaining the integrity of the intestinal mucosa of piglets.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente nas granjas produtoras de suínos o desmame dos leitões é realizada aos 21 dias de vida aproximadamente, este numero é a média de animais com 19, 21 e 23 dias de vida. Os leitões desmamados com 19 dias normalmente são menores que os demais, normalmente mais predispostos a doenças e com o desempenho inferior, necessitando de uma nutrição diferenciada e de alta qualidade para garantir o desempenho desejado.

No momento do desmame ocorrem mudanças importantes na estrutura e na função do trato gastrointestinal dos suínos, pontualmente ocorre atrofia das vilosidades e hiperplasia das criptas, com a diminuição da capacidade digestiva como consequência da menor atividade das enzimas dissacaridases e menor capacidade absorptiva, com menor possibilidade de enfrentar os desafios ambientais (SHAN *et al.* , 2012; WU *et al.*, 1996).

Hidrolases e transportadores de nutrientes aderidos a borda em escova dos enterócitos desempenham papéis importantes nas etapas finais da digestão e assimilação de nutrientes, a capacidade do animal neste sentido dita sua aptidão em alcançar níveis de crescimento ótimo, quando os nutrientes são oferecidos em quantidades adequadas (ADEOLA *et al.*, 2006).

A produção global suína tem pressionado para utilização de baixas doses de antibióticos para prevenir risco de infecção e melhorar as taxas de crescimento dos animais (YU *et al.*, 2012). Portanto, nutrientes que melhorem o crescimento e diminuam a degeneração intestinal pós-desmame serão importantes para conseguir um adequado desenvolvimento dos animais. Alguns destes nutrientes são os chamados aminoácidos funcionais entre eles a arginina, prolina, glicina, triptofano, ácido glutâmico e glutamina (Gln) (SHAN *et al.* , 2012).

A Gln é conhecida há mais de 100 anos, entretanto os cientistas só puderam sintetizá-la há 80 anos, ainda que não tenha sido considerada

pelos nutricionistas como um nutriente indispensável para a produção animal (WU *et al.*, 2011).

Um grande número de tecidos e células do corpo utilizam Gln em grandes quantidades para o desenvolvimento de diversas funções, entre eles rins, fígado, intestino, neurônios específicos do sistema nervoso central (SNC), células do sistema imune e células β do pâncreas (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

A Gln é precursora para síntese de peptídeos, proteínas, aminoaçúcares, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos e nucleotídeos (YOUNG *et al.*, 2001; NEWSHOLME *et al.*, 2003; WU *et al.*, 2011; SMITH, 1990; WU *et al.*, 1996) sendo necessária para proliferação de células embrionárias, trofoblastos, linfócitos, intraepiteliais e células da mucosa (WU *et al.*, 2011).

Tanto o ácido glutâmico como a Gln cumprem numerosas e importantes funções, algumas das quais podem ser satisfeitas por ambos aminoácidos devido à inter-conversão metabólica e sendo outras funções específicas de cada aminoácido (YOUNG *et al.*, 2001).

O ácido glutâmico pode substituir parcialmente a Gln em várias vias, entre elas a produção de ATP, síntese de arginina, alanina, prolina e aspartato. Contudo o ácido glutâmico não pode substituir a Gln na síntese de aminoaçúcares, carbamoil fosfato, NADP, purinas, pirimidinas e o processo de amoniogênese renal (WU *et al.*, 2011).

Estudos recentes demonstraram que após a ingestão de ácido glutâmico, várias funções foram identificadas pela ativação do cérebro tais como digestão, absorção, metabolismo, homeostase da energia e estimulação de secreção salivar, verificando a importância fisiológica que tem este nutriente (BANNAI & TORRI 2013).

ÁCIDO GLUTAMICO NO SABOR

O sentido do paladar é o principal mecanismo que supervisiona e dirige o comportamento alimentar, que compreende a aversão aos compostos nocivos ou tóxicos até a atração aos alimentos que proporcionam energia calórica. (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

A procura do alimento é feita utilizando de um código quimosensorial que detecta seu valor nutritivo. Os carboidratos simples induzem ao sabor doce nos suínos potencializando a ingestão voluntária, sendo a sacarose o dissacarídeo de maior preferência nos suínos (ROURA, E., 2010).

Ao Glu é atribuído uma importante função de saborizante, a qual não é realizada pela Gln (YOUNG *et al.*, 2001). Segundo BANNAI & TORRI (2013) nos últimos anos um novo sabor tem sido descoberto, o sabor UMAMI, sendo Glu o principal estimulador.

ROURA (2011) menciona que estimulando o sabor umami aumenta-se o consumo voluntário em mamíferos, sendo este sabor é produzido principalmente pelo Glu e glutamato monossódico (GMS).

Os suínos tem o umbral de detecção do GMS muito menor quando comparado ao do açúcar (1 mM e 5-10 mM respectivamente), mas apresentam também maior preferência pela Gln, alanina e asparagina que não são detectados pelos humanos como sabor umami, isto indica que os animais podem ter a detecção mais aguçada do sabor dos aminoácidos quando comparados aos açúcares. Em estudos de preferência alimentar, os aminoácidos tem reportado maior impacto relativo sobre preferências alimentares em alimentos tais como farinha de peixe, soro lacteo, plasma sanguíneo desidratado e solúveis de suíno que tem quantidades significativas de componentes salgados e umami (ROURA 2011).

No momento do desmame os receptores umami da língua estão com a expressão elevada, assim toda prática para estimular estes receptores tem como consequência um maior consumo de alimento (ROURA, E., 2011).

O revestimento da mucosa do trato gastrointestinal está equipado com maquinário quimossensorial semelhante ao epitélio lingual, sendo este composto por células enteroendócrinas especializadas, dispersas entre as células da mucosa do intestino, representando menos de 1% da população de células epiteliais do trato gastrointestinal. Estão previstas para funcionar como sensores para controlar as respostas adequadas a determinados nutrientes ou substâncias nocivas, preparando desse modo o intestino para absorver-los ou iniciar uma resposta protetora, incluindo vômitos e comportamento aversivo. Como resultado da presença de moléculas de sinalização do sabor na mucosa gastrointestinal, estas moléculas de sinalização gustativas produzem e liberam peptídeos intestinais que atuam na regulação da secreção gastrointestinal, motilidade, ingestão de alimentos, saciedade e homeostase da glicose, incluindo colecistocinina (CCK), peptídeo inibidor gástrico (GIP), peptídeo YY (PYY) e peptídeo similar ao glucagon (GLP1) (STERINI *et al.*, 2008).

Os receptores do sabor umami são receptores metabotrópicos 4 (mGluR4), receptores metabotrópicos 1 (mGluR1) e o heterodímero T1R1/T1R3 (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

A maioria dos aminoácidos apresentam mais de um sabor, contudo um deles prevalece, já em 1908 o professor Ikeda documentou pela primeira vez a importância dos aminoácidos livres no sabor dos alimentos.

Na atualidade as propriedades do sabor do Glu são as mais conhecidas entre todos os membros de AA, e suas funções tem sido amplamente estudadas. Sabemos que os sais de Glu induzem a secreção de saliva, começando com a digestão dos amidos e as gorduras, e também melhorando a palatabilidade de alguns alimentos (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

Existem vários receptores de Glu que poderiam mediar os efeitos do Glu no estômago. Entre eles, as transcrições mGluR1 nas células principais de rato (células que secretam pepsinogênio). A ativação luminal de mGluR1 pelo Glu da dieta pode mediar a secreção de pepsinogênio. O Glu aumenta

a liberação de pepsinogênio na presença de uma mistura de AA. Outros GPCR aos quais o Glu pode se unir tem sido reportados no estômago, tais como os componentes do receptor de AA T1R1 e T1R3, o receptor de Glu mGluR4 (SAN GABRIEL & UNEYAMA 2013).

METABOLISMO DE GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO

Do ponto de vista metabólico a Gln segue duas vias funcionais, a primeira via ocorre no citoplasma, onde o nitrogênio da amida é utilizado para síntese de purina, pirimidina e aminoaçúcares. A segunda via ocorre na mitocôndria, quando a cadeia de carbono e o grupo α -amino entram nas vias que conduzem à síntese de outros aminoácidos tais como prolina, ornitina e arginina (REEDS *et al.*, 2001; CURTHOYS & WATFORD, 1995) pela desaminação da glutaminase dependente de fosfato na mitocôndria (CURTHOYS & WATFORD, 1995).

O produto imediato do metabolismo da Gln, mediante a ação da glutaminase, é o ácido glutâmico sendo este o aminoácido mais abundante do líquido intracelular em concentrações que variam de 2 a 20 mM, enquanto a Gln é o aminoácido mais abundante do líquido extracelular com concentrações médias de 0,7 mM (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

O ácido glutâmico não pode atravessar a membrana celular já que os transportadores deste aminoácido se encontram em baixas concentrações, com exceção de tecidos com células especializadas no metabolismo do mesmo, como células do tecido nervoso central, fígado, rins e intestino (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Enquanto a Gln tem um transportador específico que não é compartilhado com outros aminoácidos (GARLICK, 2001).

Uma hipótese segundo WOLFE, (2001) é que a formação de Gln endógena depende da disponibilidade de ácido glutâmico, que por sua vez é determinado pela disponibilidade de piruvato, já que quando este está em abundância o ácido glutâmico é desaminado para formar alanina e α -cetoglutarato, limitando deste modo a disponibilidade de ácido glutâmico

para a síntese de Gln. Uma alternativa para obtenção de Gln endógena seria a liberação da Gln presente nos músculos esqueléticos, sendo este o local principal de reserva deste aminoácido (WOLFE, 2001; WU *et al.*, 2011).

Entre as principais enzimas envolvidas no metabolismo de Gln e ácido glutâmico, a glutaminase é uma enzima amplamente encontrada nas mitocôndrias de células que utilizam este aminoácido rapidamente (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Por outro lado existem células que tem RNAm para a glutamina sintetase, mas não expressam esta proteína, tal como as células de Kupffer no fígado que tem 5 a 10 vezes mais RNAm que os hepatócitos perivenosos no mesmo órgão (BROSNAN, 2001). A glutamato sintetase não está presente nos tecidos dos mamíferos (YOUNG *et al.*, 2001).

A Gln é o aminoácido livre mais encontrado na corrente sanguínea (BARTELL *et al.*, 2007; LOBLEY *et al.*, 2001; SMITH, 1990; WU *et al.*, 1996), sendo estas concentrações, reserva potencial de energia, precursor de ácido glutâmico, regulação do metabolismo intermediário (LOBLEY *et al.*, 2001).

Foram encontradas maiores concentrações dos hormônios T3 e insulina e das enzimas glutathione peroxidase (GSH-Px) e catalase na mucosa jejunal de leitões com 25 dias de vida, quando alimentados com a mistura de 1% de Gln e 0,6% de L-Arginina, por outro lado quando os animais receberam suplementação de 1% de Gln tiveram menores concentrações de malonaldeído (MDA) segundo XU *et al.*, (2012), no entanto ZOU *et al.*, (2006) não encontrou diferença nas concentrações dos hormônios T3 e T4.

Segundo YI *et al.*, (2006) após suplementação com 2% de Gln em leitões desmamados aos 17 dias, os níveis circulantes de hormônio do crescimento (GH) foram maiores e os níveis de IGF-1 se mantiveram, da mesma forma ZOU *et al.*, (2006) observou incremento na concentração de (GH) em 12,18 e 14,93% no dia 10 e 20 pós desmame, respectivamente.

As concentrações de proteína total foram aumentadas em 18,7%, a

uréia sérica diminuiu e albumina sérica não foi influenciada quando os leitões foram suplementados com 1% de Gln (ZOU *et al.*, 2006).

Segundo XIAO *et al.*, (2012b) a suplementação com 1% de Gln para leitões desmamados aos 21 dias de vida incrementou a atividade das enzimas hepáticas alaninaminotransferase e hexoquinase, sendo a atividade da piruvato quinase diminuída. Além de maior concentração dos aminoácidos totais e da proteína total no soro, enquanto as concentrações de glicose, HDL, Gln, albumina e ureia não foram alteradas. Este autor também evidenciou que as concentrações de 12 metabolitos foram modificadas quando os leitões de 21-51 dias de vida foram suplementados com 1% de Gln, sendo encontradas maiores concentrações de ácido dimetilmalônico, ácido 2-hidroxibutírico, ácido aminomalônico, α -metiltirosina, prolina, ácido octadecanóico e tirosina. Enquanto ácido acético, glicerol, lactona de ácido manônico, d-frutose e d-xilose foram encontradas em maiores concentrações no grupo controle. (que son y donde actuan)

Segundo WU *et al.*, (2011) o rápido desenvolvimento, crescimento e maturação da mucosa intestinal dos leitões é explicado pelo aumento de mais de 4 vezes a concentração de Gln e ácido glutâmico no leite da porca do dia 1 ao 28 de lactação, representando 20% da proteína do leite. Considerando que o leite da porca é deficiente em arginina, somado ao elevado catabolismo deste aminoácido no intestino de leitões, isto pode ser compensado pela suplementação dietética com Gln, sendo este um precursor para formação endógena de arginina.

Segundo menciona NEWSHOLME *et al.*, (2003), a Gln mediante a glutaminase dependente de fosfato libera NH_3 que se combina, nos túbulos coletores, com os H^+ liberados da dissociação do metabolismo do ácido carbônico, o HCO_3^- sobranete volta à circulação para auxiliar no controle do pH sanguíneo, daí a importância do metabolismo da Gln nos rins no qual o controle também se refere.

A formação de amoníaco é de suma importância para a regulação do equilíbrio ácido-básico nos animais em estado de acidose, já que pode

receber o excesso de amoníaco e liberá-lo quando for necessário para favorecer a formação de outros aminoácidos, aminoaçúcares, proteínas, nucleotídeos, glutatona (Wu et al., 2011) e uréia segundo BARTELL & BATAL (2007).

O esqueleto de carbono do Gln nos rins é convertido, por ação da glutaminase, em fosfoenolpiruvato ou malato ingressando posteriormente à via da glicogênese, formando 25% da glicose circulante no plasma (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

YI *et al.*, (2006) menciona que a Gln pode atuar como regulador metabólico para melhorar a síntese de proteína e diminuir seu catabolismo, desta forma a suplementação com 2% de Gln pode mitigar a supresão de crescimento associada ao desafio de E.coli ETEC K88+.

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO INTESTINO

O intestino é um órgão complexo, multicelular e que realiza múltiplas funções, além da assimilação de nutrientes. O tecido contém células secretoras, neuroendócrinas, imunes e os enterócitos que são os encarregados da absorção (REEDS& BURRIN 2001).

Após a ação das enzimas gástricas e intestinais sobre a proteína dietética se formam di-tripeptídeos que podem estar ligados à Gln, que por sua vez é liberada pelo processo de hidrólise. A Gln livre é captada pelos enterócitos por meio dos sistemas transportadores dependentes de Na⁺ (SN1 e SN2). Também existe a possibilidade de que estes di-tripeptídeos que contém Gln em sua composição possam ser absorvidos pela membrana apical dos enterócitos por um gradiente impulsionado por H⁺ mediante o transportador 1 (PepT1), o qual não tem a capacidade para transportar Gln livre ou peptídeos que tenham mais de 4 resíduos de aminoácidos. Uma vez no interior celular, os peptídeos com resíduos de aminoácidos de Gln serão hidrolisados mediante peptidases intracelulares liberando Gln, a qual passará pela membrana basolateral indo para corrente sanguínea (Wu et al., 2011).

A Gln dietética não tem nenhum efeito sobre a concentração da mesma no plasma sanguíneo (LEE *et al.*, 2003 ; ZHOU *et al.*, 2006; YOO *et al.*, 1997), com isso é possível concluir que a Gln é amplamente utilizada pelas células intestinais, metabolizada pelo fígado e outros órgãos antes de sair ao plasma (STOLL *et al.*, 1998). Desta forma a maior parte da Gln circulante na corrente sanguínea é proveniente das reservas musculares (YOUNG *et al.*, 2001).

WU *et al.*, (1996) observaram que a suplementação dietética de Gln incrementou o conteúdo deste aminoácido na digesta fluida do duodeno quando comparados com leitões não suplementados, verificando que o aminoácido não sofreu efeito da acidez, estando disponível para ser metabolizado no intestino delgado.

Segundo WANG *et al.*, (2008) a Gln dietética aumenta a concentração deste aminoácido no tecido jejunal, considerando que este segmento do intestino delgado é o sitio principal para absorção, seguido pelo íleo e duodeno (WU *et al.*, 2011; SOUBA *et al.*, 1900).

A Gln é o principal combustível para o tecido intestinal (BARTELL & BATAL 2007; WU *et al.*, 2011; NEWSHOLME 2001; LOBLEY *et al.*, 2001; CYNOBER, 1999), sendo 67% deste aminoácido utilizado pelas células intestinais, células da mucosa e bactérias, no entanto 97% do Ácido Glutâmico que passa pelo lúmen intestinal é utilizado em sua primeira passagem (WU *et al.*, 2011), sendo 50% metabolizado à CO₂, enquanto que a oxidação da glicose pela primeira passagem é muito menor (REEDS & BURRIN *et al.*, 1996; REEDS *et al.*, 2001). Em outros estudos JANECZKO *et al.*, (2007) verificaram que a absorção de Ácido Glutâmico via intestinal é dose dependente e que 70-80% do Ácido Glutâmico é metabolizado no intestino e grande parte é oxidado para CO₂.

Da mesma forma, JANECZKO *et al.*, (2007) menciona que o Ácido Glutâmico dietético é um importante combustível para as células epiteliais e um neurotransmissor excitador envolvido na estimulação vagal eferente e na detecção de nutrientes.

Após o desmame ocorre diminuição da função da barreira paracelular e da atividade enzimática, tendo como consequência um distúrbio na capacidade absorptiva e secretória de eletrólitos (XIAO *et al.*, 2012a).

WU *et al.*, (1996) observaram que leitões desmamados com 21 dias de vida e que não foram suplementados com Gln tiveram uma redução da altura das vilosidades do jejuno, mas os animais suplementados com 1% de Gln mantiveram os valores da altura de vilosidades deste segmento do intestino 7 dias após o desmame, entretanto o grupo controle e o suplementado tiveram maior altura de vilosidades do jejuno ao 14° após o desmame.

Da mesma forma LIU *et al.*, (2002) relatou que aos 7 dias após a desmama, a altura dos 3 segmentos do jejuno (proximal, médio, final) foi reduzida no grupo controle, mas nos dois grupos de animais que tinham sido suplementado com 1% de Gln e 1% de Ácido Glutâmico a altura das vilosidades do jejuno foi mantida. Já no dia 14 após o desmame, a altura do segmento final do jejuno foi maior para o grupo de animais suplementados com 1% de Ácido Glutâmico quando comparados aos grupo controle.

A altura das vilosidades do duodeno, jejuno e íleo foram maiores, a profundidade das criptas foi reduzida ($P < 0,05$) e a relação vilosidade : profundidade de cripta foi maior em todas as seções do intestino quando os leitões foram alimentados com uma dieta que continha 0,7% de L-arginina HCL e 1% de Gln quando comparados a leitões alimentados com a dieta controle (SHAN *et al.*, 2012).

LEE *et al.*, (2003) observaram que a altura das vilosidades e a relação altura de vilosidade : profundidade de cripta no duodeno foram maiores quando os animais foram suplementados com Gln.

A capacidade de utilização da Gln pelos enterócitos isolados de leitões recém-nascidos é alta e se mantém durante o período de lactação, sendo que após o desmame a utilização deste aminoácido diminui, seja pela menor atividade da glutaminase ou pela menor quantidade dessa enzima, sendo necessárias maiores investigações para identificar o fator principal

(VRILLON *et al.*, 1994).

Segundo WU *et al.*, (2011) mediante o aporte de ATP devido a mobilização das proteínas, a Gln é uma fonte de energia para células de divisão rápida como os enterócitos. Além da função energética, se atribui à Gln a função de participar das vias de formação da ornitina, arginina, citrulina, prolina (REEDS & BURRIN 2001), glutatona, óxido nítrico (WU 1998)

O uso de Gln estimula a proliferação da mucosa intestinal em ratos, o aumento do tamanho das vilosidades em perús e leitões desmamados, e diminui a colonização bacteriana em pacientes após cirurgia (BARTELL & BATAL 2007).

A Gln ministrada de forma enteral auxilia na manutenção da integridade do citoesqueleto, aumenta a relação da actina filamentosa:actina globular e diminui a permeabilidade da mucosa intestinal (XIAO *et al.*, 2012a).

Segundo SUKHOTNIK *et al.*,(2009) demonstraram que em ratos a administração oral de Gln acelera a recuperação da mucosa intestinal após inflamação induzida experimentalmente, por outro lado Mandir & Goodlad (1999) administraram Gln de forma parenteral em ratos observando efeito significativo na atividade mitótica somente no colón, não observando efeitos no intestino delgado.

WU *et al.*, (1996) observaram que a suplementação dietaria de Gln preveniu o aumento da lâmina própria do jejuno, reduzindo o numero de células imaturas. As concentrações dos aminoácidos Glu e alanina, Ácido Glutâmico e aspartato foram maiores no dia 7 e 14 pós desmame, respectivamente. Uma importante descoberta deste autor foi que a suplementação dietetica com Gln diminuiu a redução do aminoácido taurina, sendo este composto importante na formação da biliar.

MANDIR & GOODLAD(1999) observaram efeitos de maior peso do intestino delgado, ceco e colón quando os animais foram alimentados oralmente com Gln quando comparados com alimentação parenteral.

As vias de metabolismo intermediário da mucosa podem utilizar tanto o esqueleto de carbono da Gln como do Ácido Glutâmico, sendo a Gln necessária para função secretora e proliferativa da mucosa intestinal (REEDS & BURRIN 2001).

Assim, cerca de 20% do Ácido Glutâmico (WATFORD 2001) é usado para síntese de glutathione na mucosa intestinal (REEDS *et al.*, 2000; REEDS & BURRIN 2001; WATFORD 2001), sendo o mesmo capaz de entrar somente nas células intestinais chamadas enterócitos (WATFORD 2001). Estas células utilizam de forma preferencial o Ácido Glutâmico dietético para síntese de glutathione e não o derivado do metabolismo da Gln (REEDS *et al.*, 1997).

O Ácido Glutâmico é eficiente na regulação da produção de mucina e na manutenção da camada de mucosa intestinal (WATFORD 2001).

As células intestinais tanto das vilosidades como das criptas estão continuamente sintetizando Gln, evidenciando desta forma a presença da enzima glutamina sintetase (Reeds & BURRIN 2001).

Segundo RHOADS (2004) a Gln estimula a absorção de sódio mais que de glicose em condições normais ou expostas a uma toxina, considerando isto importante no tratamento clínico da diarreia. Em contrapartida o Ácido Glutâmico não favorece a absorção de cloreto de sódio, sendo importante como metabólito intracelular, mas não atuando como regulador (WATFORD 2001).

As células da mucosa tem em sua composição moléculas chamadas glicoproteínas, as quais surgem de um substrato comum que é a N-acetilglucosamina-fosfato, a qual requer Gln para sua formação (WU *et al.*, 2011). Do mesmo modo (REEDS & BURRIN 2001; KHAN *et al.*, 1999) mencionam que a Gln pode tem funções importantes na manutenção da estrutura das uniões estreitas da mucosa, na síntese de componentes da matriz extracelular, potencial precursor de N-acetilgalactosamina e N-

acetilglucosamina, síntese da mucina intestinal e conseqüentemente na manutenção da barreira defensiva frente às bactérias.

DOMENEGHINI *et al.*, (2004) citam que a quantidade de muco produzida no intestino delgado foi incrementada quando os animais receberam 0,05% de Gln, o qual constituiu uma barreira protetora contra a penetração epitelial de potenciais patógenos.

Segun BARTELL & BATAL (2007) os animais com um rápido crescimento necessitam ter um rápido desenvolvimento de seus órgãos digestivos, assim maior altura de vilosidades intestinais tendem ao melhor crescimento, devido a uma maior secreção de enzimas, digestão e absorção de nutrientes. Este mesmo autor menciona que doses elevadas de Gln pode ocasionar um maior crescimento das vilosidades intestinas, mas não necessariamente tenderão a um maior desempenho, porque quando a Gln é suplementada em doses elevadas pode ocorrer um desbalanço de aminoácidos.

Segundo SHAN *et al.*, (2012), verificaram uma maior atividade de enzimas dissacaridases com a suplementação dietética de 0,7% de L-arginina HCL e 1% de Gln para leitões com 28 dias de idade, sendo maior a atividade da sucrase e da maltasa no duodeno e jejuno, respectivamente quando comparados com leitões que não foram suplementados com arginina e Gln.

XIAO *et al.*, (2012a) em um experimento suplementando leitões com 1% de Gln observaram um incremento na atividade da enzima fosfatase alcalina, alanina transferase e hexoquinase, no dia 10 e 30 pós desmame, as quais são importantes na absorção de nutrientes na membrana jejunal e no metabolismo da Gln, respectivamente, todavia a atividade da piruvato kinase e Gln sintetase diminuiu no mesmo periodo. Entretanto a enzima aspartato amino-transferase não foi influenciada, mas apresentou incremento em números absolutos.

A atividade das enzimas lactase e sucrase na mucosa jejunal foram maiores em animais de 25 dias de vida que receberam suplementação de

1% de Gln e não foi observado diferença na atividade da enzima maltase segundo XU *et al.*, (2012).

Segundo LOBLEY *et al.*, (2001) em sua revisão cita que o alto fluxo intracelular de Gln fornece o nitrogênio necessário para a síntese de ácidos nucleicos, o qual permite respostas imediatas às necessidades proliferativas das células, sem interromper outros fluxos metabólicos.

Foi demonstrado que após a remoção da Gln do meio de cultura de células da cripta de ratos e enterócitos de leitões e posterior adição de Gln ao meio ocorre um aumento da atividade mitótica devido à maior incorporação de timidina ao DNA considerando que a Gln é transformada em pirimidinas (RHOADS 2004).

A Gln pode ser convertida em alanina nos enterócitos mediante a via da glutaminolises, compensando a deficiência deste aminoácido que encontra-se em baixas concentrações no leite que consomem os leitões (WU *et al.*, 2011).

STOLL *et al.*, (1999) menciona que três partes da energia necessária para drenagem portal visceral é satisfeita pela oxidação de glicose, Ácido Glutâmico e Gln, sendo o Ácido Glutâmico dietético o maior contribuinte da energia oxidativa para mucosa intestinal.

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NA EXPRESSÃO GENICA

Segundo WU *et al.*, (2011), a Gln está envolvida na regulação de múltiplas vias metabólicas e na expressão gênica (gene da ornitina descarboxilase, proteínas de choque térmico, óxido nítrico sintase) de moléculas que tem um papel fundamental no metabolismo de nutrientes e na sobrevivência celular.

A Gln sintetizada nas células do intestino pode ter função de regulador metabólico ativando genes relacionados com o ciclo de progressão das células da mucosa, e a inibição da síntese de Gln inibe a proliferação e diferenciação destas células (RHOAD *et al.*, 1997; BLIKSLAGER *et al.*, 1999).

A suplementação com 1% de Gln diminuiu a quantidade de mRNA dos receptores ativados pelos proliferadores de peroxissomas (PPARY) no período de 1-30 dias pós desmame, sendo esse gene um importante marcador de citosinas pró inflamatórias (XIAO *et al.*, 2012a).

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO FIGADO

O fígado é o principal sítio do corpo para o metabolismo de nitrogênio, por sua vez este nitrogênio é levado aos tecidos periféricos dos órgãos centrais como Gln e alanina (NEWSHOLME *et al.*, 2003), sendo que o nitrogênio transportado pela Gln é maior que o transportado pelo Ácido Glutâmico e alanina (YOUNG *et al.*, 2001). A Gln pode ser quebrada pela ação da enzima glutaminase produzindo Ácido Glutâmico e NH_3 (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

O transporte de nitrogênio realizado pela Gln é menos custoso quando comparado com o transporte de nitrogênio pela asparagina, já que esta utiliza o grupo amida da Gln (YOUNG *et al.*, 2001).

Tem sido proposta à Gln a capacidade de proteção dos aminoácidos essenciais contra a oxidação no fígado e nos rins, tecidos que contém a enzima glutamina aminotransferase, que é capaz de catalisar a transaminação reversível entre vários aminoácidos doadores e receptores, os quais podem ser a Gln e metionina-fenilalanina respectivamente (LOBLEY *et al.*, 2001).

Segundo LOBLEY *et al.*, (2001), durante a acidose em roedores a produção de ureia é interrompida, passando à síntese de Gln no fígado, desta forma o bicarbonato que é utilizado para a síntese de ureia será utilizado para neutralizar prótons.

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO SISTEMA NERVOSO

Os principais transmissores nas sinapses excitadoras do sistema nervoso central são o Ácido Glutâmico e acetilcolina. A Gln sintetizada a partir do Ácido Glutâmico nos astrocitos tem finalidade de repor o Ácido Glutâmico retirado da fenda sináptica após a liberação do neurônio pré-

sináptico. O neurônio realiza a conversão da Gln derivada do astrocito através da glutaminase para completar o ciclo, considerando se característico do cérebro de mamíferos o ciclo Ácido Glutâmico -Gln restitui o Ácido Glutâmico retirado da fenda sináptica (YOUNG *et al.*, 2001).

O Ácido Glutâmico desempenha funções fisiológicas importantes na percepção do sabor UMAMI, informação visceral, regulação do sistema endócrino-exócrino e a neurotransmissão excitatória, através da liberação de moléculas tais como NO e 5-HT a presença de Ácido Glutâmico no intestino conduz à ativação do nervo aferente vagal (BANNAI & TORRI 2013)

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO NO SISTEMA IMUNOLOGICO

A Gln é de vital importância na sobrevivência e proliferação celular *in vitro* (NEWSHOLME 2001), sendo uma excelente fonte de energia que é utilizada em altas taxas nas células isoladas, desafiadas e ativadas do sistema imune como os linfócitos, macrófagos e neutrófilos (WU *et al.*, 2011). Ainda que a atividade da primeira enzima do metabolismo do Ácido Glutâmico, a glutaminase fosfato-dependente, seja alta, a velocidade de oxidação é baixa.

Em leitões que consumiram um substituto lácteo com 4,5% de inclusão de Gln se observou maior altura e área das vilosidades do jejuno, sem afetar a quantidade de proteína nem a massa de DNA, LOBLEY *et al.*, (2001).

Para a manutenção do tecido linfóide associado a mucosa, integridade intestinal, produção de imunoglobulina A e translocação de bactérias pelo intestino é necessária a Gln (WU *et al.*, 1996).

Os efeitos negativos da diarreia podem ser mitigados pelo uso da Gln, não se observando efeitos benéficos quando a diarreia é causada por rotavírus conforme LOBLEY *et al.*, (2001).

A Gln aumenta a resposta linfocítica à estimulação de mitógenos (TAUDOU *et al.*, 1983) e diminui a bacteremia e endotoxemia (O'DWYER *et al.*, 1987). Em células do sistema imune, a Gln é convertida a Ácido

Glutâmico através do ciclo dos ácidos tricarboxílicos, aspartato e lactato em condições apropriadas de CO₂ (NEWSHOLME, 2001).

Em um experimento com linfócitos obtidos a partir de baços de ratos e incubados em diferentes concentrações de Gln, os autores observaram que a proliferação de linfócitos T, a produção de interleucina 2 (IL-2) e a expressão de receptores para IL-2 podem ser reguladas pelas concentrações extracelulares deste aminoácido (NEWSHOLME, 2001).

DOMENEGHINI *et al.*, (2004) observaram que a suplementação com 0,5% Gln para leitões de 21 dias de vida diminuiu a apoptose celular nos folículos linfáticos e apresentou maior percentagem de macrófagos e linfócitos intraepiteliais.

Segundo NEWSHOLME (2001) quando as concentrações de Gln no meio extracelular são baixas, a atividade do complexo de histocompatibilidade de classe II reduz em até 40%, além de reduzir a apresentação de antígenos e a fagocitose de bactérias E.coli.

A elevada utilização de Gln por parte dos macrófagos pode estar relacionada com a necessidade de satisfazer o requerimento de arginina destas células, tendo em vista que são incapazes de utilizar arginina extracelular, pois a enzima arginase é rapidamente secretada sendo esgotada, ocorrendo a conversão de Gln em arginina (NEWSHOLME, 2001).

Em concordância com muitos autores (CYNOBER, 1999) menciona que os linfócitos ativados utilizam a Gln como principal substrato energético.

A Gln pode ser considerada essencial em condições fisiológicas tais como inflamação e lesão, desta forma em experimentos com aves, a suplementação do alimento com Gln gera um aumento das concentrações séricas de IgA, que atua na proteção da mucosa intestinal contra bactérias, vírus e parasitas (BARTELL & BATAL, 2007).

Monócitos e neutrófilos de pacientes humanos logo após cirurgia gastrointestinal e colocados em cultivo celular, responderam com maior

atividade fagocitária e taxa de produção de superóxido conforme aumentaram a dose de Gln (NEWSHOLME, 2001).

O aumento das concentrações extracelulares de Gln melhoraram a secreção de insulina, estimulada pela glicose às células β do pâncreas, mas não promove a secreção de insulina por si mesmo devido à estrita regulação da atividade da glutamato desidrogenase (WU *et al.*, 2011).

Como já mencionado, o musculo esquelético detém 90% da Gln do organismo. A enzima glutamina sintetase presente no musculo esquelético é altamente sensível aos glicocorticoides, que ante a resposta ao estresse aumenta sua atividade finalizando com grande liberação de Gln na corrente sanguínea, podendo o pulmão e o cérebro também produzir Gln quando as condições assim o requerem (NEWSHOLME, 2001).

GLUTAMINA E ÁCIDO GLUTÂMICO EM LEITÕES

Como ocorre em condições comerciais, os animais recém desmamados são desafiados às condições ambientais e sanitárias para os quais não estão preparados, segundo YI *et al.*, (2006) leitões demamados e desafiados com E.coli ETEC K88+ tiveram 50% menos ganho de peso diário e 49% menor eficiência alimentar quando comparados com os animais que não haviam sido desafiados, por outro lado o consumo de alimento não foi afetado nos animais do grupo desafiado, o que indica que a depressão do ganho de peso dos animais pode ter sido causada pela alteração da integridade intestinal, maior quantidades de substratos no lúmen intestinal que tem ação osmótica, causando diarreias.

Varios são os experimentos desenvolvidos com suínos, procurando conhecer os variados efeitos que tanto a Gln como o Ácido Glutâmico tem na fisiologia geral e particular de cada órgão.

A quantidade de linfócitos presentes na corrente sanguínea de leitões desafiados com E.coli foi maior quando os leitões consumiram uma dieta que continha 40 g de Gln por quilo de alimento segundo LOBLEY *et al.*, (2001), os mesmos autores observou que em leitões lactantes a Gln é

menos importante, do ponto de vista energético, que a glicose. Por outro lado, os enterócitos dos leitões recém-nascidos são capazes de sintetizar arginina a partir da Gln, desempenhando um papel anabólico importante. Com o avanço da idade, o animal também será capaz de sintetizar prolina somando à suplementação dietética de diversos aminoácidos limitando problemas no crescimento.

Em um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de vida com 5,75 kg e alimentados com uma dieta com 1% de Gln e uma dieta controle não verificaram efeito no ganho de peso diário, no consumo de ração diário e na eficiência alimentar respectivamente (XIAO *et al.*, 2012b).

XIAO *et al.*, (2012a) realizaram experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade, alimentados com uma dieta suplementada com 1% de Gln e uma dieta controle (1,22% de L-Alanina) e observaram que os animais suplementados tiveram melhora na digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e aminoácidos no trato gastrointestinal. Além de melhor ganho de peso e conversão alimentar aos 10 dias pós desmame, entretanto do dia 11 - 30 pós desmame tenderam a incrementar o ganho de peso diário em 11,03% e melhoraram a conversão alimentar em 8,6% mas sem valores significativamente diferentes. No período de 1 - 30 pós desmame houve melhora do ganho peso de diário 12,40% e diminuição da conversão alimentar em 10,45%.

WU *et al.*, (1996) trabalhando com leitões desmamados com 21 dias de vida e alimentado com diferentes níveis de Gln (0,0; 0,2; 0,6 e 1%) não observaram efeito no consumo diário de ração, ganho de peso diário e eficiência alimentar na primeira semana após desmame, entretanto verificaram que a eficiência alimentar na segunda semana após o desmame em leitões suplementados com 1% de Gln foi 25% maior que o grupo controle, contudo a eficiência alimentar não foi afetada pela suplementação com diferentes níveis de Gln (0,2 ; 0,6%) no período de 28 a 35 dias de vida.

Segundo os mesmos autores (WU *et al.*, 1996) leitões suplementados com 0 e 1% de Gln tiveram a altura de vilosidade diminuída no dia 7 pós

desmame, porém foi aumentada no dia 14. Por outro lado no jejuno a altura de vilosidade foi mantida aos 7 dias pós desmame e aumentada no dia 14.

Leitões desmamados aos 28 dias de vida e alimentados com uma dieta contendo mistura de 0,7% de L-arginina HCL e 1% de Gln, tiveram melhor ganho de peso e conversão alimentar em relação aos que foram alimentados com uma dieta controle, contudo a suplementação dietética de 1% de Gln não teve efeito significativo no ganho de peso dos leitões desmamados com 28 dias de vida em comparação aos leitões alimentados com uma dieta sem suplementação de com Gln, sendo ue o consumo de ração diario não foi afetado por nenhum dos tratamentos (SHAN *et al* ., 2012).

Ainda segundo SHAN *et al.*, (2012) a altura de vilosidade no duodeno e jejuno foram maiores e sem efeito no íleo, a profundidade de cripta dos três segmentos foram menores e para a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta foram maiores quando os leitões foram suplementados com a mistura de 0,7% de arginina e 1% de Gln em um periodo de 28 dias posterior ao desmame.

KITT *et al.*, (2002) em um experimento com 21 dias de duração com leitões desmamados aos 18 dias de vida verificaram que a eficiencia alimentar foi maior, altura de vilosidade no duodeno tendeu a ser maior quando os leitões foram suplementados com 1% de Gln. Este autor reporta que o efeito da glutamina é maior em uma dieta simples do que em uma dieta complexa que continha soro de leite em pó, plasma spray dried e farinha de peixe.

Segundo BARTELL & BATAL, (2007) o ganho de peso aumentou de maneira significativa em aves que foram alimentadas com 1% de Gln quando comparadas com aves que foram alimentadas com dieta controle.

O ganho de peso em frangos diminuiu significativamente quando as dietas das aves foram suplementados com 4% de Gln, (BARTELL & BATAL 2007). E a suplementação com 1% e 4% de Gln não afetou significativamente a conversão alimentar em aves.

O peso do timo e do baço foi maior em aves alimentadas com 1% de Gln quando comparadas com aves alimentadas com dietas control. Os autores reportam que o peso do duodeno e jejuno foi maior em aves suplementadas com 1% e 4% de Gln quando comparadas com aves que foram alimentadas com dieta controle.

A altura das vilosidades do duodeno e jejuno em aves alimentadas com 1 e 4% de Gln era maior que nas aves alimentadas com dieta controle, sendo que as aves que consumiram dietas com 4% de Gln suas vilosidades foram mais altas que as aves suplementadas com 1% de Gln. (BARTELL & BATAL 2007)

Em leitões que consumiram um substituto lácteo com 4,5% de inclusão de Gln se observaram maior altura e área das vilosidades do jejuno, sem afetar a quantidade de proteína nem a massa de DNA. Os efeitos negativos da diarreia podem ser mitigados pelo uso da Gln, não se observando efeitos benéficos quando a diarreia é causada por rotavirus. Os mesmos autores citam que a suplementação parenteral em leitões com 3 dias de vida com 3 g de Gln por cada 100 g de aminoácidos mostraram uma tendência a um maior ganho de peso segundo LOBLEY *et al.*, (2001).

(YI., *et al* 2006) relataram a importância da Gln em sua função como reguladora do metabolismo, melhorando a síntese de proteína e diminuindo o catabolismo dessas.

XU *et al.*, (2012) desenvolveram um experimento com duração de 21 dias, desmamando leitões com 4 dias de vida e suplementando uma dieta basal com a mistura de 1% Gln e 0,6% de L-Arginina, a qual melhorou o ganho de peso e consumo de ração diário dos leitões aos 21 dias de vida. Contudo não houve diferenças no ganho de peso quando os leitões de 4 a 25 dias de idade foram suplementados com 1% de Gln comparados aos leitões que consumiram o alimento controle. Para os parâmetros de morfohistologia, os autores encontraram que a suplementação da dieta com a mistura de 1% de Gln e 0,6% de L-Arginina melhora a altura das vilosidades e área dos vilos do duodeno além da altura das vilosidades do íleo.

O mesmo autor não observou diferença na altura das vilosidades do duodeno e do jejuno e na profundidade das criptas do duodeno, jejuno e íleo, em contrapartida houve diferença na altura das vilosidades no íleo

Segundo (BANNAI & TORRI, 2013) a mistura de 0,3 a 0,8% de Ácido Glutâmico e Gln melhoram o ganho de peso e a conversão alimentar em leitões até os 42 dias de vida.

A suplementação dietética com peptídeo glicil-glutamina, a qual se transforma em Gln, melhorou o crescimento e a integridade intestinal de leitões desmamados, sendo capaz de limitar a resposta pró inflamatória em leitões desafiados com lipopolissacarídeos (JIANG *et al.*, 2009).

As reservas de gordura corporal adquiridas no período de aleitamento exercem importante papel na manutenção dos animais durante aproximadamente uma semana após o desmame. Após este período crítico o organismo retoma a deposição de gordura corporal. A suplementação de 1% de glutamina na ração de leitões desmamados acelerou a incorporação do carbono proveniente da alimentação pós-desmame no tecido adiposo. (CALDARA *et al.*, 2006)

YI *et al.*, (2006) desenvolveram um experimento com leitões desmamados aos 17 dias de vida e quatro tratamentos, grupo controle não desafiado com E.coli ETEC K88+, grupo controle desafiado com E.coli ETEC K88+, grupo desafiado suplementado 2% de Gln e grupo desafiado suplementado com 7% de plasma, evidenciaram que não houve diferença no ganho de peso e eficiência alimentar no grupo de suínos desafiados e não desafiados com a bactéria E.coli ETEC K88+ e alimentados com uma dieta controle suplementada com 2% de Gln.

Os animais desafiados com a bactéria E.coli ETEC K88+ e alimentados com uma dieta controle suplementada com 2% de Gln conseguiram manter a integridade intestinal (altura de vilosidade, profundidade de cripta e área da vilosidade) do jejuno proximal, jejuno médio e íleo em comparação aos leitões que não foram desafiados (YI., *et al* 2006).

Segundo (Yl., *et al* 2006) a suplementação dietética com Gln em rações para suínos diminui a translocação de bactérias pelo intestino delgado.

ZOU *et al.*, (2006) realizaram um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de vida e suplementados com 1% de Gln, observaram que os animais que não haviam recebido Gln tiveram maior incidência de diarreia de longa duração e aos 10 dias pós desmame a conversão alimentar foi melhor no grupo suplementado, sem ter efeito no consumo de ração e no ganho de peso. Já do dia 10-20 pós desmame o ganho de peso diário melhorou em 27,75% no grupo suplementado, sem efeito no consumo diário de ração e conversão alimentar no período mencionado.

Estudo de metanálise sobre o uso de Gln na alimentação de leitões na creche, realizado por LANFERDINI *et al.*, (2013), evidenciou co-relação positiva entre consumo de ração e ganho de peso, porém sobre a eficiência alimentar o comportamento foi inverso. Na análise de variância, o consumo de ração e ganho de peso de leitões em creche não diferiram entre os leitões que receberam dietas com Gln e os animais não suplementados. Porém, a suplementação com Gln melhorou em 6% a eficiência alimentar de leitões pós desmame.

DOMENEGHINI *et al.*, (2004) alimentaram leitões desmamados aos 21 dias de vida com quatro dietas : dieta controle (DC), DC + 0,5% Gln, DC + 0,05% nucleotídeos e DC + 0,5% Gln + 0,05% nucleotídeos. Não foram observadas diferenças significativas em nenhum parâmetro de desempenho, mas em termos absolutos os animais suplementados com Gln obtiveram maiores valores de desempenho. Nos parâmetros histológicos a alimentação oral com Gln resultou em aumento de altura de vilosidade e profundidade de cripta e menor relação entre os mesmos.

Em um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade e suplementados com 0,8% Gln + Ácido Glutâmico no período de 21 – 35 dias de vida e com 0,6% de Gln + Ácido Glutâmico no período de 35 – 49 dias de vida. Não foi referido efeito mas em valores absolutos a inclusão de Gln + Glu resultou no incremento de 4,6; 11,1 e 7,9% no peso vivo, ganho de peso

diário e consumo de ração diário respectivamente, seguido de redução 3,2% na conversão alimentar. No período 2 não houve efeito no peso vivo e ganho de peso diário, porém com efeito absoluto de 7,1 e 10,2%, respectivamente, além de não influenciar no consumo de ração diário e conversão alimentar (MOLINO *et al.*, 2012).

MOLINO *et al.*, (2012) observaram que a adição de Gln e Ácido Glutâmico promoveu aumento na altura de vilosidade nos três segmentos do intestino delgado em 7,7; 10,4 e 6,6% no duodeno, jejuno e íleo, respectivamente. No entanto a profundidade de cripta não foi afetada em nenhum dos segmentos. A relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo foi afetada positivamente pela inclusão de Gln e Ácido Glutâmico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ADEOLA, O., AND KING, D.E. **Developmental changes in morphometry of the small intestine and jejunal sucrase activity during the first nine weeks of postnatal growth in pigs.** Journal of Animal Science 84:112-118. 2006

AKIBA YASUTADA & KAUNITZ JONATHAN D. **Duodenal Chemosensing and Mucosal Defenses.** Digestion 2011;83(suppl 1):25–31.

BANNAI, M. AND TORRI, K. DIGESTIVE PHYSIOLOGY OF THE PIG SYMPOSIUM: **Detection of dietary glutamate via gut –brain axis.** Journal of Animal Science 91:1974-1981. 2013

BARTELL, S.M., BATAL, A.B. **The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers.** Poultry Science 86:1940–1947. 2007.

BLIKSLAGER, A.T., RHOADS, J.M., BRISTOL, D.G., ROBERTS, M.C., AND ARGENZIO, R.A. **Glutamine and transforming growth factor-alpha stimulate extracellular regulated protein kinase and enhance recovery of villous surface area in porcine ischemic-injured intestine.** Surgery 125:186-194 . 1999.

BROSNAN, J.T. Session I: **Basic Aspects of Glutamine Metabolism Discussion Summary.** Journal of Nutrition 131: 2486S-2487S. 2001

CALDARA FABIANA R., DUCATT CARLOS, BERTO DIRLEI A., DENADAI JULIANA C., OLIVEIRA RICARDO P., BIANCHINI WALDMARYAN. **Efeito da Glutamina sobre o turnover do carbono ($\delta^{13}C$) no tecido adiposo de leitões.** II Congresso do Colégio Latino-Americano de Nutrição Animal 10 a 13 de abril de 2006 – São Paulo – SP.

CHAMORRO, S., BLAS, C., GRANT, G., BADIOLA, I., MENOYO, D., AND CARABAÑO R. **Effect of dietary supplementation with glutamine and a combination of glutamine-arginine on intestinal health in twenty-five-day-old weaned rabbits.** J ANIM SCI 2010, 88:170-180.

CURTHOYS, N.P., AND WATFORD, M. **Regulation of glutaminase activity and glutamine metabolism.** Annual Reviews of Nutrition 15:133-159. 1995.

CYNOBER, L. A. **Glutamine metabolism in stressed patients (abstract).** Proceedings of international Congress on amino acids (Germany). pp 5. 1999.

DOMENEGHINI, C., DI GIANCAMILLO, A., SAVOINI, G., PARATTE, R., BONTEMPO, V., DELL'ORTO, V. **Structural patterns os Swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the weaning period. An histochemical and histometrical study.** Histology and Histopathology 19: 49-58 (2004).

GARLICK, P.J. **Assessment of the Safety of Glutamine and Other Amino Acids.** Journal of Nutrition 131: 2556S-2561S. 2001

JANECZKO, M.J., STOLL, B., CHANG, X., GUAN, X., BURRIN, D.G. **Extensive Gut Metabolism Limits the Intestinal Absorption of Excessive Supplemental Dietary Glutamate Loads in Infant Pigs.** Journal of Nutrition 137:2384-2390. 2007.

JIANG, Z. Y., SUN, L. H., LIN, Y. C., MA, X. Y., ZHENG, C. T., ZHOU, G. L., CHEN F., AND ZOU. S. T. **Effects of dietary glycyl-glutamine on growth performance, small intestinal integrity, and immune responses of weaning piglets challenged with lipopolysaccharide.** J ANIM SCI 2009, 87:4050-4056.

KHAN, J., Y.LIBOSHI, L.CUI, M.WASA, K.SANDO, Y.TAKAGI, AND A.OKADA, 1999. **Alanyl -glutamine- supplemented parenteral nutrition increase luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine.** J.Parenter. Enteral. Nutr. 23:24-31.

KITT, S.J., MILLER, P.S., LEWIS, A., FISCHER, R.L. 2002. **Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs.** Nebr. Swine Rep. 82, 29–32.

LANFERDINI, E., ABREU, M. L. T., FONSECA, L. S., MOREIRA, R. H. R. **Meta-análise do uso de glutamina na alimentação de leitões em creche.** Abraves 2013.

LAWRENCE, K. R., GOODBAND, R. D., TOKACH, M. D., DRITZ, S. S. NELSSON J. L., AND DEROUCHÉY J. M. **Comparison of wheat gluten and spray-dried animal plasma in diets for nursery pigs.** J ANIM SCI 2004, 82:3635-3645.

LEE, D.N., CHENG, Y.H., WU, F.Y., SATO, H., SHINZATO, I., CHEN, S.P., YEN, H.T. **Effect of dietary glutamine supplement on performance and intestinal morphology of weaned pigs.** Asian–Australian Journal of Animal Science 16, 1170–1176. 2003.

LIU TAO, PENG JIAN, XIONG YUANZHU, ZHOU SHIQI AND CHENG XUEHUI. **Effects of Dietary Glutamine and Glutamate Supplementation on Small Intestinal Structure, Active Absorption and DNA, RNA Concentrations in Skeletal Muscle Tissue of Weaned Piglets during d 28 to 42 of Age.** Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2002. Vol 15, No. 2 : 238-242.

LOBLEY, G.E., HOSKIN, S.O., AND MCNEIL, C.J. **Glutamine in Animal Science and Production.** Journal of Nutrition. 131: 2525S-2531S. 2001.

MANDIR, N., GOODLAD, A.R. **The Effects of Glutamine on Intestinal Epithelial Cell in Pretermally Fed Rats.** Gut 44:608-614. 1999.

MOLINO, J.P., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., SARAIVA, A., HAESE, D., FORTES, E.I., SOUZA, M.F. **L-glutamine and L-glutamate in diets with different lactose levels for piglets weaned at 21 days of age.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.41, n.1, p.98-105, 2012.

MULLER, A.R., LANGREHR, J.M., NALESNIK, M., HOFFMAN R.A., LEE T.K., LEE K. W., SCHRAUT WOLFGANG H. **Mucosal Glutaminase Activity and Histology as Parameters of Small Bowel Preservation Injury.** Journal of Surgical Research 56,207-215.1994.

MURPHY, J.M., S.J.MURCH AND R.O.BALL. 1996. **Proline is synthesized from glutamate during intragastric infusion but not during intravenous infusion in neonatal piglets.** J.Nutr. 126:878-886 .

NEWSHOLME, P. **Why Is L-Glutamine Metabolism Important to Cells of the Immune System in Health, Postinjury, Surgery or Infection?** Journal of Nutrition 131: 2515S-2522S. 2001.

NEWSHOLME, P., PROCOPIO, J., LIMA, M.,CURI, T.C.P., AND CURI, R. **Glutamine and Glutamate—their central role in cell metabolism and function.** Cell Biochemistry Functional 21: 1–9. 2003.

O' DWYER, S.T., SCOTT T., AND SMITH, R.J. **5-Fluorouracil toxicity on small intestine mucosa but not while blood cells is decreased by glutamine.** Clinical. Research 387a:10-16. 1987.

REEDS, P.J. AND BURRIN, D.G. **Glutamine and the Bowel.** Journal of Nutrition 131: 2505S-2508S. 2001.

REEDS, P.J., BURRIN, D.G. STOLL, B. AND JAHOOR, F. **Intestinal glutamate metabolism.** Journal of Nutrition. 130:978S -982S. 2000.

REEDS, P.J., BURRIN, D.G., STOLL, B., JAHOOR, F., L.WYKES, HENRY J., AND FRAZER, M.E.. **Enteral glutamate is the preferential**

source for mucosal glutathione synthesis in fed piglets. American Journal of Physiology 273:E408-E415. 1997.

RHOADS M. **Glutamine Is the Gas Pedal but not the Ferrari.** Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 38:474-476, 2004.

RHOADS, J.M., R.A.ARGENZIO, W.CHEN, R.A. RIPPE, J.K.WESTWICK, A.D.COX, H.M.BERSCHNEIDER, AND D.A.BRENNER. **L-glutamine stimulates intestinal cell proliferation and activates motogen-activated protein kinase.** American Journal of Physiology 272:G943-G953. 1997.

ROURA EUGENI. **El gusto en el cerdo Parte I: que sea dulce.** http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-i-que-sea-dulce_3177/.

ROURA EUGENI. **El gusto en el cerdo Parte II: que sea umami.** http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-ii-que-sea-umami_3204/.

SAN GABRIEL ANA & UNEYAMA HISAYUKI. **Amino acid sensing in the gastrointestinal tract.** Amino Acids (2013) 45:451–461.

SHAN YUPING, SHAN ANSHAN, LI JIANPING, ZHOU CHANGLU. **Dietary supplementation of arginine and glutamine enhances the growth and intestinal mucosa development of weaned piglets.** *Livestock Science, Volume 150, Issues 1–3, Pages 369-373. 2012.*

SMITH, R.J. **Glutamine metabolism and its physiologic importance.** *Journal of Parenteral Enteral Nutrition.* 14: 40S-44S.1990.

SOUBA, W.W., K.HERSKOWITZ, R.M.SALLOUM, M.K.CHEN, AND T.R.AUSTGEN. **Gut glutamine metabolism.** *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition,* 14(4 suppl.):45S -50S. 1990.

STERNINI CATIA, ANSELMI LAURA AND ROZENGURT ENRIQUE. **Enteroendocrine cells: a site of ‘taste’ in gastrointestinal chemosensing** *Current Opinion in Endocrinology. Diabetes & Obesity.*

2008, 15:73–78.

STOLL, B., BURRIN, D.G., HENRY, J., YU, H., JAHOOR, F., REEDS, P.J. **Dietary amino acids are the preferential source of hepatic protein synthesis in piglets.** *Journal of Nutrition* 128, 1517–1524. 1998.

STOLL, B., BURRIN, D.G., HENRY, J., YU, H., JAHOOR, F., REEDS, P.J. **Substrate oxidation by the portal drained viscera of fed piglets.** *American Journal of Physiology* 227(Endocrinol. Metab. 40): E168-E175. 1999.

SUKHOTNIK I., MOGILNER JORGE G., KARRY R., SHAMIAN B., LURIE M., KOKHANOVSKY N., URE BENNO M., CORAN ARNOLD G. **Effect Oral Glutamine on Enterocyte Turnover during Methotrexate-Induced Mucositis in Rats.** *Digestion* 79;5-13. 2009.

VRILLON B. D., POSHO L., MOREL M.T., BERNARD F., BLACHIER F., MESLIN J. C., DUÉE P.H. **Glucose, Galactose, and Glutamine Metabolism in Pig Isolated Enterocytes during Development.** *Pediatrics Research* 36: 175-181, 1994.

WANG, J.J., CHEN, L.X., LI, P., LI, X.L., ZHOU, H.J., WANG, F.L., LI, D.F., YIN, Y.L., WU, G.Y.. **Gene expression is altered in piglet small intestine by weaning and dietary glutamine supplementation.** *Journal of Nutrition*. 138, 1025–1032. 2008.

WATFORD MALCOLM **Session III: Physiological Aspects of Glutamine Metabolism II—Discussion Summary** *Journal of Nutrition*. 131: 2523S-2524S. 2001.

WOLFE ROBERT R. **Session II: Physiological Aspects of Glutamine Metabolism I— Discussion Summary** *Journal of Nutrition* 131:2496S-2497S. 2001.

WU, G. **Intestinal mucosal amino acid catabolism.** *Journal of Nutrition*. 128:1249-1252. 1998.

WU, G. **Triennial Growth Symposium: Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production.** Journal Animal Science 89:2017–2030. 2011.

WU, G., D.A.KNABE, W.YAN, AND N.E.FLYNN. **Glutamine and glucose metabolism in enterocytes of the neonatal pig.** American Journal of Physiology 37:R334-R342. 1995.

WU, G., S. B. MEIER, AND D.A. KNABE. **Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs.** Journal of Nutrition. 126:2578-2584. 1996.

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a

XIAO Y.P., WU T.X., SUN J. M., YANG L., HONG Q.H., CHEN A. G., YANG C.M. **Response to dietary L-glutamine supplementation in weaned piglets: A serum metabolomic comparison and hepatic metabolic regulation analysis.** Journal of Animal Science 90:4421-4430. 2012b.

XU QIAN , JIANG ZONGYONG, LIN YINCAI, ZHENG CHUNTIAN AND WANG SHIKUI. **Effects of Dietary Supplementation with Combined Arginine and Glutamine on Growth Performance and Small Intestinal Development in Neonatal Piglets.** J. Animal and Veterinary Advances. 2012 Vol. 11 Issue 17 Page No: 3187-3193.

YI ,G. F., CARROLL J. A., ALLE G. L., GAINES A. M., KENDALL D. C., USRY J. L., TORIDE Y. AND IZURU S. **Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs.** J ANIM SCI 2005, 83:634-643.

YOO, S.S., FIELD, P.C., MCBURNEY, M.I. **Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizes lymphocytes function in infected early-weaned piglets.** Journal of Nutrition. 127, 2253–2259. 1997.

YOUNG VERNON R. AND AJAMI ALFRED M. Glutamine: **The Emperor or His Clothes?** Journal of Nutrition 131: 2449S-2459S. 2001.

ZHOU, R.Y., PENG, J., LIU, Z.L., FANG, Z.F. **Effects of biocom as a replacement of glutamine on performance and blood biochemical indexes of early weaned piglets.** Asian–Australian Journal of Animal Science 19, 872–876. 2006.

ZOU, X.T., ZHENG, G. H., FANG, X.J., JIANG, J.F. **Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets.** Czech Journal of Animal Science (10): 444–448. 2006.

CAPITULO 1

USO DE L-GLUTAMINA NO DESEMPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL EM LEITÕES

RESUMO

LESCANO, Diego Alberto, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Uso de L-Glutamina no Desempenho e Na Morfohistologia intestinal em Leitões**. Orientador: Rostagno Santiago Horacio. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dois ensaios foram conduzidos para avaliar o efeito da utilização de quatro níveis de Glutamina (Gln) em dietas para leitões após o desmame, no desempenho e na morfohistologia intestinal. As dietas formuladas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. No ensaio de desempenho foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental. O período experimental foi de 28 dias, sendo o período 1 de 18 a 32 dias de vida, período 2 de 32 a 46 dias de vida e no período geral de 18 a 46 dias de vida. Os parâmetros avaliados foram consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD) e conservação alimentar (CA). A adição de Gln na ração não influenciou ($P>0,05$) os parâmetros de desempenho nos períodos. No ensaio de morfohistologia vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuídos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histológicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais. A adição de Gln na ração promoveu redução linear e linear-quadrático ($P<0,05$) na altura das vilosidades e profundidade das criptas do duodeno dos leitões respectivamente. Conclui-se que a adição de Gln nas rações de leitões após o desmame não apresentou efeitos benéficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões.

INTRODUÇÃO

A produção animal global tem pressionado para utilização de baixas doses de antibióticos, utilizados para prevenir o risco de infecção e melhorar as taxas de crescimento dos animais (YU *et al.*, 2012). Diante do cenário atual, tornou-se necessária a busca por meios de substituição dos antibióticos, à exemplo disso está a Gln e o Ácido Glutâmico.

A Gln é encontrada em diversos tecidos e células do corpo, onde é utilizada em grande quantidade para o desenvolvimento de inúmeras funções (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Sendo também precursora para síntese de peptídeos, proteínas, aminoaçúcares, purinas, pirimidinas, ácidos nucleicos e nucleotídeos (YOUNG *et al.*, 2001; NEWSHOLME *et al.*, 2003; WU *et al.*, 2011; SMITH,1990; WU *et al.*, 1996) e necessária para proliferação de células embrionárias, trofoblastos, linfócitos, intraepiteliais e células da mucosa (WU *et al.*,2011).

Conhecida como o aminoácido livre mais encontrado na corrente sanguínea (BARTELL & BATAL, 2007; LOBLEY *et al.*, 2001; SMITH,1990; WU *et al.*, 1996), com concentrações médias de 0,7 mM, a Gln é reserva potencial de energia e atua na regulação do metabolismo intermediário (LOBLEY *et al.*, 2001). E após ser metabolizada, mediante ação da enzima glutaminase, tem como produto imediato o Ácido Glutâmico, que é o aminoácido mais abundante no tecido intracelular, com concentrações que variam de 2 a 20 mM (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

É sabido que a Gln dietética não tem nenhum efeito sobre sua concentração no plasma sanguíneo (LEE *et al.*, 2003 ; ZHOU *et al.*, 2006; YOO *et al.*, 1997), mostrando que a Gln é amplamente utilizada pelas células intestinais, metabolizada pelo fígado e outros órgãos antes de chegar ao plasma (STOLL *et al.*, 1998). Desta forma, a maior parte da Gln circulante na corrente sanguínea é proveniente das reservas musculares (YOUNG *et al.*, 2001).

A Gln tem importante função como principal combustível para o tecido intestinal (BARTELL & BATAL, 2007 ; WU *et al.* 2011; NEWSHOLME 2001; LOBLEY *et al.*, 2001; CYNOBER, 1999), onde 67% deste aminoácido é utilizado pelas células intestinais, células da mucosa e bactérias. Em relação ao Ácido Glutâmico, 97% deste aminoácido que passa pelo lúmen intestinal é absorvido em sua primeira passagem (WU *et al.*, 2011). Segundo WU *et al.*, (2011) o rápido desenvolvimento, crescimento e maturação da mucosa intestinal dos leitões é explicado pelo aumento de mais de 4 vezes a concentração de Gln e Ácido Glutâmico no leite da porca do dia 1 ao 28 de lactação.

Ainda no tecido intestinal a Gln quando adiministrada de forma enteral, ajuda a diminuir a permeabilidade da mucosa intestinal (XIAO *et al.*, 2012a), atuando na manutenção da estrutura das uniões estreitas da mucosa (REEDS & BURRIN, 2001; KHAN *et al.*, 1999), isto porque a Gln estimula mais a absorção de sódio que de glicose, em condições normais ou expostas a uma toxina, tendo um importante papel no tratamento clínico da diarreia (RHOADS, 2004). Além desta, este aminoácido exerce importante função na manutenção do tecido linfoide associado à mucosa, na produção de imunoglobulina A (WU *et al.*, 1996), na influência da síntese de componentes da matriz celular, na síntese de mucina intestinal e consequentemente na manutenção da barreira defensiva frente às bactérias (REEDS & BURRIN, 2001; KHAN *et al.*, 1999).

No fígado e nos rins foi atribuída à Gln a capacidade de proteger os aminoácidos essenciais do processo de oxidação que ocorre nestes tecidos (LOBLEY *et al.*, 2001). Seu metabolismo nos rins é de grande importância, a qual é referida pelo controle de buffer (NEWSHOLME *et al.*, 2003).

A Gln também está envolvida na regulação de múltiplas vias metabólicas e na expressão gênica (gene da ornitina descarboxilase, proteínas de choque térmico, óxido nítrico sintase) de moléculas que tem um papel fundamental no metabolismo de nutrientes e na sobrevivência celular WU *et al.*, (2011).

Objetivou-se com este trabalho determinar o efeito do uso da Gln em dietas complexas sobre o desempenho e na morfohistologia intestinal de leitões após o desmame.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Processo Numero 18/2012.

Dois (2) ensaios foram conduzidos nas instalações do setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG entre os meses de maio e junho do ano 2012.

Os animais foram alojados em baias suspensas com pisos ripados, providas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de barro tipo francês.

Foi utilizado termômetro de máxima-mínimo no interior dos galpões para registro diário da temperatura do ambiente. As temperaturas médias mínimas e máximas durante o período de 18 a 32 dias de idade foram 25°C e 30°C respectivamente e para o período de 32 a 46 dias de idade as temperaturas médias mínimas e máximas foram de 23°C e 28 °C respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender ou exceder as exigências nutricionais para leitões de acordo com Rostagno et al., (2011), sendo utilizadas duas dietas para o ensaio de desempenho, dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 32 dias e dieta 2 para o período de 32 a 46 dias de idade e para o ensaio de morfohistologia foi utilizada a dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 25 dias de vida. As dietas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. Os tratamentos foram constituídos a partir da substituição do amido por Gln em 0,0; 0,4; 0,8; e 1,2 % nos 2 períodos experimentais. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental (Tabela 1 e 2).

No ensaio de desempenho foi utilizado um total de 44 suínos, machos castrados e fêmeas (Fêmeas Topigs 20 x Machos Pic), selecionados

geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 5,18 Kg.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso no tempo, com 4 tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Gln) de 5 repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental.

Os animais foram pesados aos 18, 32 e 46 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 32 dias), período 2 (32 a 46 dias) e no período geral (18 a 46 dias). Foram utilizadas duas dietas, Pré inicial 1, do desmame aos 32 dias e Pré inicial 2 de 32 a 46 dias de idade.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e calculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

No ensaio de morfohistologia intestinal foi utilizado um total de 24 suínos machos castrados e fêmeas (Femêas Topigs 20 x Machos Pic), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 5,27 Kg.

Os leitões foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em quatro (4) tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Gln) de seis (6) repetições, colocando um animal por gaiola.

O período experimental foi compreendido de 18 a 25 dias de idade, no total de 7 dias.

Os animais foram pesados aos 18 e 25 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 25 dias) e foi utilizada a dieta Pré-inicial 1.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e cálculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

Os vinte e quatro (24) leitões foram abatidos no sétimo (7^o) dia após o início do fornecimento das dietas experimentais e posteriormente coletadas porções de 2 cm de comprimento, que correspondem aos segmentos do intestino delgado, duodeno, jejuno e íleo. As porções coletadas foram enviadas ao Laboratório de Histopatologia do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa para cortes histológicos e montagem de lâminas. Os cortes histológicos foram lavados em solução fisiológica, fixado em solução BOUIN por 24 horas, desidratados em álcool etílico, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Em cada lâmina foram colocadas duas secções com 5 µm de espessura. As lâminas foram colocadas novamente em solução de xilol para retirar o excesso de parafina e novamente hidratadas. Os corantes utilizados foram a hematoxilina e a eosina. Depois de coradas, as lâminas foram novamente desidratadas. Para as leituras morfométricas, foi utilizado o microscópio óptico OLYMPUS BX50 com ampliação de 10x acoplado ao analisador de imagem "Image-Pro Plus 1.3.2" (1994). Foram selecionadas e medidas as alturas de 30 vilosidades e suas respectivas 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente. Foi calculada a relação vilo:cripta.

Os órgãos dos animais abatidos foram pesados para determinação do peso absoluto e o comprimento do intestino foi determinado.

Os dados de desempenho (consumo de ração diário, ganho de peso diário e a conversão alimentar), morfohistologia (altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, dos três segmentos do intestino delgado), peso dos órgãos e comprimento do intestino foram submetidos a análise de variância como efeito significativo com $P < 0,05$ e tendência para $P < 0,10$, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e regressão linear, quadrática utilizando o software

Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

Tabela – 1. Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 18 a 32 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 18 AOS 32 DIAS DE IDADE (PRÉ-1)				
Ingredientes	Níveis de Glutamina, em %			
	0	0,4	0,8	1,2
Milho, 7.88%	36,608	36,608	36,608	36,608
Milho Pré Cozido	8,000	8,000	8,000	8,000
Farelo de Soja 45%	23,796	23,796	23,796	23,796
Conc. Protéico de Soja	6,000	6,000	6,000	6,000
Óleo de Soja	2,021	2,021	2,021	2,021
Leite Soro Pó	7,000	7,000	7,000	7,000
Leite Integral Pó	4,000	4,000	4,000	4,000
Plasma Sanguineo	3,000	3,000	3,000	3,000
Açucar	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal	0,256	0,256	0,256	0,256
F. Bicalcico	1,771	1,771	1,771	1,771
Calcário	0,605	0,605	0,605	0,605
Acidificante	0,500	0,500	0,500	0,500
L-Lisina, HCL 79 %	0,271	0,271	0,271	0,271
DL-Metionina, 99%	0,149	0,149	0,149	0,149
L-Treonina, 98%	0,083	0,083	0,083	0,083
Antibioticos ¹	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Vitaminico ³	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
L-GLUTAMINA	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta,%	22,50	22,50	22,50	22,50
EM, Mcal/Kg	3,40	3,40	3,40	3,40
Cálcio,%	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível,%	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo Dig. Suínos,%	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina dig., %	1,45	1,45	1,45	1,45
Metionina dig., %	0,46	0,46	0,46	0,46
Met + Cist, %	0,81	0,81	0,81	0,81
Treonina dig., %	0,91	0,91	0,91	0,91
Triptofano dig., %	0,26	0,26	0,26	0,26
Arginina dig., %	1,39	1,39	1,39	1,39

Valina dig., %	1,01	1,01	1,01	1,01
Isoleucina dig., %	0,87	0,87	0,87	0,87
Leucina dig., %	1,81	1,81	1,81	1,81
Lactose, %	6,30	6,30	6,30	6,30
Potásio, %	0,89	0,89	0,89	0,89
Sódio, %	0,28	0,28	0,28	0,28
Cloro, %	0,30	0,30	0,30	0,30

¹ Bacitracina de zinco, Colistina

² Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg; Ác. Pantotênico- 16,8 mg; Vit. K3 – 3,36 mg; Ác. fólico-0,336 mg; Biotina

³ Contendo por Kg/ração: Manganês-45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo-1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 32 a 46 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 32 AOS 46 DIAS DE IDADE (PRÉ-2)				
Ingredientes	Níveis de Glutamina, em %			
	0	0,4	0,8	1,2
Milho (7,88%)	43,516	43,516	43,516	43,516
Milho Pré Cozido	4,000	4,000	4,000	4,000
Farelo de Soja 45%	28,635	28,635	28,635	28,635
Conc. Protéico de Soja	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de Soja	2,862	2,862	2,862	2,862
Leite Soro Pó	5,000	5,000	5,000	5,000
Leite Integral Pó	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma Sanguineo	1,500	1,500	1,500	1,500
Açúcar	3,000	3,000	3,000	3,000
Sal	0,422	0,422	0,422	0,422
F. Bicalcico	1,884	1,884	1,884	1,884
Calcário	0,594	0,594	0,594	0,594
Acidificante	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Lisina, HCL 79 %	0,290	0,290	0,290	0,290
DL-Metionina, 99%	0,136	0,136	0,136	0,136
L-Treonina, 98%	0,091	0,091	0,091	0,091
Suplemento Vitaminico ¹	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Mineral ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Cloreto de Colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
BHT	0,030	0,030	0,030	0,030
Colistina	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
L-GLUTAMINA	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta,%	21,840	21,840	21,840	21,840
EM, Mcal/Kg	3,400	3,400	3,400	3,400
Cálcio,%	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo Disponible,%	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo Dig. Suinos,%	0,450	0,450	0,450	0,450
Lisina dig., %	1,350	1,350	1,350	1,350
Metionina dig., %	0,440	0,440	0,440	0,440
Met + Cist, %	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina dig., %	0,850	0,850	0,850	0,850
Triptofano dig., %	0,240	0,240	0,240	0,240
Arginina dig., %	1,330	1,330	1,330	1,330

Valina dig., %	0,940	0,940	0,940	0,940
Isoleucina dig., %	0,830	0,830	0,830	0,830
Leucina dig., %	1,720	1,720	1,720	1,720
Lactose, %	4,550	4,550	4,550	4,550
Potásio, %	0,860	0,860	0,860	0,860
Sódio, %	0,280	0,280	0,280	0,280
Cloro, %	0,370	0,370	0,370	0,370

¹ Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg; Ác. Pantotênico- 16,8 mg; Vit. K3 – 3,36 mg; Ác. fólico-0,336 mg; Biotina

² Contendo por Kg/ração: Manganês-45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo-1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO DE DESEMPENHO

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período 1 de 18 a 32 dias, no período 2 de 32 a 46 dias e no período total de 18 e 46 dias estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 46 dias de idade.

PARÂMETROS ¹	Níveis de GLN (%)				Regressão		
	0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Período 1 (18 a 32 dias de idade)							
CRD, (g/dia)	222	246	241	248	0,173	NS	10,75
GPD, (g/dia)	167	204	228	208	0,164	0,228	24,41
CA	1,350	1,265	1,120	1,198	0,188	NS	17,46
Período 2 (32 a 46 dias de idade)							
CRD, (g/dia)	747	745	713	763	NS	NS	10,85
GPD, (g/dia)	559	573	518	561	NS	NS	12,23
CA	1,340	1,300	1,397	1,360	NS	NS	7,67
Período Total (18 a 46 dias de idade)							
CRD, (g/dia)	485	496	477	506	NS	NS	9,46
GPD, (g/dia)	363	388	373	385	NS	NS	14,21
CA	1,345	1,283	1,258	1,279	NS	NS	9,15

¹ Significância (P < 0,05)

Não foi observado efeito (P > 0,05) linear nem quadrático com a inclusão dos níveis de Gln (0,0; 0,4; 0,8; 1,2 %) na ração sobre o CRD, GPD e CA no período 1, período 2 e no período total avaliado. Os resultados estão de acordo com XIAO *et al.*, (2012b) e SHAN *et al.*, (2012), que também não observaram efeito do uso de Gln sobre o CRD, GPD e CA

WU *et al.*, (1996) não observam efeito no CRD, GPD e na eficiência alimentar na primeira semana pós desmame, entretanto a eficiência alimentar na segunda semana após o desmame em leitões suplementados com Gln foi 25% maior que o grupo controle e em um estudo de metanálise de LANFERDINI *et al.*, (2013), determinaram melhoria média de 6% na eficiência alimentar de leitões que receberam dietas suplementadas com Gln.

Os ingredientes de elevada qualidade utilizados na formulação das rações basais, pode ter sido uma das causas pela qual, no presente estudo, não foram verificadas respostas significativas, estando de acordo com o mencionado por KITT *et al.*, (2002) que o efeito da Gln foi maior em dietas simples em comparação a dietas complexas que continham soro de leite em pó, plasma spray dried e farinha de peixe, sendo estes ingredientes proteicos com excelente digestibilidade.

Cabe mencionar que nesta etapa da vida os leitões são caracterizados por um período de transição entre a imunidade passiva e a imunidade adquirida, estando predispostos a doenças típicas deste período as quais não foram manifestadas nos leitões devido as excelentes condições ambientais e a falta de desafios sanitários importantes, fundamentando a falta de respostas significativas do desempenho.

No período 1 de 18 a 32 dias de idade, analisando cada um dos parâmetros em valores percentuais, a inclusão de Gln nas rações em níveis de 0,4 %, 0,8% e 1,2 % proporcionou aumento de 10,81; 8,56 e 11,71 % para o CRD, de 22,15; 36,53 e 24,55 % para o GPD e redução de 6,72; 20,53 e 12,69 % para CA, respectivamente, quando comparado com a ração sem inclusão de Gln.

O aumento em valores percentuais do CRD é muito importante em termos fisiológicos, isso devido a estes animais apresentarem um importante período de anorexia nos primeiros dois dias posteriores ao desmame, conseqüentemente os animais que conseguirem ter consumos de ração

elevados e sejam mantidos em ótimas condições ambientais e sanitárias terão ganhos de pesos elevados.

No período 2 de 32 a 46 dias de idade para o parâmetro de CRD foi verificado aumento de 2,15 %, quando a Gln foi incluída em um nível de 1,2 % nas rações. Observando o GPD a inclusão de Gln nas rações em níveis de 0,4 e 1,2 % proporcionaram aumentos de 2,5 e 0,36 % respectivamente. Para o parâmetro de CA foi verificada redução de 3,08 % quando a Gln foi incluída em nível de 0,4 % nas rações, sempre quando comparado à ração sem inclusão de Gln.

No período Total de 18 a 46 dias de idade a inclusão de 0,4 e 1,2% de Gln nas rações proporcionou aumento no CRD de 2,26 e 4,33%, respectivamente. Foram encontradas melhoras de 6,89; 2,75 e 6,06 % para GPD e de 4,83; 6,92 e 5,16 % para CA, quando a Gln foi incluída nas rações em níveis de 0,4; 0,8 e 1,2% respectivamente, sempre quando comparado como a ração sem inclusão de Gln.

Para obter os valores de CRD e CA, quantificamos o desperdício real de alimento, sendo que no presente ensaio com período experimental de 18 a 46 dias de idade dos leitões o desperdício de ração foi de 5% similar ao mencionado no NRC (2012).

A média de GPD no período total (18 a 46 dias de idade) dos grupos de leitões alimentados com ração contendo Gln foi de 19 g/d superior que os leitões que foram alimentados com a dieta controle e considerando o período experimental de 28 dias temos que estes animais foram 532 gramas mais pesados, esta diferença pode ser multiplicada para 3kg aos 168 dias de idade, momento no qual a maioria das granjas produtoras de suínos vendem os animais para abate.

Apesar de não ter observado valores significativos, importantes melhoras percentuais nos parâmetros de desempenho zootécnico foram encontradas com a inclusão de diferentes níveis de Gln na ração dos animais, o que pode ser atribuído às múltiplas funções que este aminoácido

tem na fisiologia dos suínos, entre elas como menciona YI *et al.*, (2006) e ZOU *et al.*, (2006) os níveis circulantes do hormônio GH terem sido maiores quando os animais consumiram dietas com 2% de Gln, e também pela Gln ser o principal combustível para as células do tecido intestinal (CYNOBER, 1999), estimulando a proliferação da mucosa intestinal (BARTELL & BATAL, 2007) e aumentando a atividade das enzimas sucrase e maltase (SHAN *et al.*, 2012).

Do ponto de vista da saúde animal a Gln é de vital importância na sobrevivência e proliferação dos componentes imunológicos (NEWSHOLME, 2001). Sendo que em leitões recém desmamados, a diarreia é a principal causa de mortalidade e performance diminuída, assim segundo RHOADS (2004) a Gln é um importante estimulador para absorção de sódio, considerando isto crucial no tratamento da diarreia. Cabe mencionar que os animais no presente experimento foram mantidos em ambientes com baixo desafio sanitário, baixa ativação do sistema imune e temperatura ótima, podendo ser isto causa de não ter sido observada diferença entre os tratamentos.

ENSAIO DE MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período de 18 a 25 dias estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de Gln (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
CRD , (g/dia)	169	180	185	216	0,147	NS	28,29
GPD , (g/dia)	119	126	139	217	0,066	0,327	56,55
CA	1,885	1,521	1,548	1,178	0,112	NS	44,34

¹Significância (P < 0,05).

Não foi observado efeito (P > 0,05) da inclusão dos níveis de Gln sobre CRD e CA mas houve tendência de melhoria no GPD (P<0,10). Os resultados discordam daqueles obtidos por XU *et al.*, (2012) que observaram em leitões desmamados com 4 dias de vida e recebendo uma dieta com 1% Gln e 0,6% de L-Arginina melhoria no ganho de peso e no consumo de ração diário dos leitões aos 21 dias de vida. Contudo não houve efeito no ganho de peso dos leitões alimentados com dietas com 1% de Gln.

Quando a Gln foi incluída em níveis de 0,4; 0,8 e 1,2 % nas rações foi verificado aumento de 6,5; 9,5 e 27,8 % para CRD em valores percentuais, considerando o GPD a melhoria foi de 5,9; 16,8 e 82,4 %, e houve melhora de 23,9; 21,8 e 60 % para CA sempre quando comparado com a ração sem inclusão de Gln.

Evitar a anorexia ocorrida no pós desmame tem se convertido numa prioridade da nutrição dos leitões, aumentando o CRD durante a primeira semana após a desmama que vai garantir melhor rendimento durante o resto da vida produtiva, por outro lado o consumo de matéria seca neste

período será o responsável da variação do peso até os 70 dias de vida e consequentemente ao momento do abate.

Os resultados das médias das avaliações de morfohistologia intestinal dos leitões alimentados com diferentes níveis de Glutamina estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Médias das alturas dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilos: cripta do intestino dos leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARÂMETROS ¹	Níveis de Gln (%)				Regressão		CV (%)
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	
Duodeno							
AV ²	376,47	305,04	294,42	284,23	0,006	0,149	15,66
PC ³	254,88	192,52	172,62	182,61	0,001	0,003	12,34
AV: PC	1,78	1,85	2,03	1,99	0,113	NS	13,90
Jejuno							
AV	339,16	333,94	335,22	308,99	NS	NS	15,52
PC	183,27	188,75	192,16	197,63	NS	NS	14,83
AV: PC	2,03	2,18	1,93	1,77	0,228	NS	23,19
Ileo							
AV	240,67	272,40	259,93	253,97	NS	NS	18,987
PC	199,51	176,71	175,84	183,68	0,200	0,077	10,754
AV: PC	1,32	1,76	1,66	1,57	0,265	0,048	19,272

¹ Significância (P < 0,05).

² Efeito Linear; $Y = 358,14 - 71,834 X$; (R^2) = 0,79

³ Efeito Quadrático; $Y = 254,25 - 194,82 X + 113,04 X^2$; (R^2) = 0,99

A suplementação de níveis crescentes de Gln na dieta de leitões promoveu a redução linear e linear-quadrática na altura das vilosidades e profundidade da cripta no duodeno respectivamente, conforme as equações: $AV_D: 358,14 - 71,834 \text{ Gln}$; (R^2) = 0,79 e $PC_D: 254,25 - 194,82 \text{ Gln} + 113,04 \text{ Gln}^2$; (R^2) = 0,99, do mesmo modo LIU,(2002) observaram que altura de vilosidade do duodeno foi reduzida na primeira semana pós desmame. Os resultados obtidos por

WU *et al.*, (1996) mostram que aos 7 dias pós desmame a suplementação com de Gln resultou em redução da altura de vilosidade, entretanto aos 14 dias ocorreu o aumento da altura das vilosidades. De modo similar LEE *et al.*, (2003) observaram maior altura das vilosidades deste segmento intestinal.

O efeito quadratico ($P < 0,05$) sobre a profundidade da cripta no duodeno demonstrou redução de profundidade de cripta do duodeno, estes resultados estão de acordo com os encontrados em pesquisas realizadas por SHAN *et al.*, (2012) onde a profundidade de cripta dos três segmentos intestinais foram menores, entretanto houve maior altura de vilosidade no duodeno e jejuno e sem efeito no íleo, considerando a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta foram maiores quando os leitões foram suplementados com a mistura de arginina e de Gln em um período de 28 dias posterior ao desmame. LEE *et al.*, (2003) conseguiram verificar efeito significativo, com maior relação da altura da vilosidade e profundidade da cripta no duodeno.

Por outro lado em pesquisas realizadas por BARTELL & BATAL., (2007) com aves alimentadas com dietas suplementadas com 1 % e 4% de Gln, estas apresentaram maior altura das vilosidades do duodeno e jejuno quando comparadas às aves que consumiram a dieta controle, entretanto que os animais que consumiram as dietas com 4% de Gln suas vilosidades tiveram o maior valor.

O intestino é um órgão muito complexo, multicelular e que realiza múltiplas funções, além da assimilação de nutrientes (REEDS *et al.*, 2001), sendo que a capacidade de utilização da Gln pelos enterócitos é alta em leitões lactantes, já em animais após a desmama a capacidade de uso diminui (VRILLON *et al.*, 1994), então será muito importante manter a estrutura do intestino para garantir o uso eficiente dos nutrientes.

Conforme menciona WU *et al.*, (2011), a Gln é uma ótima fonte de energia para células de divisão rápida como os enterócitos e estimulador da proliferação da mucosa intestinal (BARTELL & BATAL., 2007), e importante

regulador da expressão gênica em células da mucosa, tudo isto permite compreender a importância deste aminoácido na manutenção morfohistologia intestinal.

No presente experimento foi observado piora da estrutura duodenal, mesmo não sendo verificada diferença estatística nos segmentos jejuno e íleo, já em termos absolutos observou-se que a integridade histológica foi mantida nos últimos dois segmentos intestinais.

A média do peso dos órgãos em gramas do fígado, rins, pulmão, baço, coração, estômago, intestino e comprimento do intestino dos leitões submetidos aos diferentes níveis de Gln no período de 18 a 25 dias estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Média do peso dos órgãos digestivos dos leitões 25 dias de idade alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta no período de 18 a 25 dias de idade.

PARAMETROS 1	Níveis de Gln (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
FÍGADO ² (g)	151	166	165	184	0,025	NS	13,11
PULMAO (g)	76	76	76	84	0,270	NS	15,51
RINS ³ (g)	31	34	35	38	0,029	NS	14,40
BACO (g)	11	9	9	10	NS	0,236	24,43
CORACAO (g)	26	31	32	32	0,133	NS	23,40
ESTOMAGO (g)	48	53	49	52	NS	NS	17,90
INTESTINO (g)	238	242	214	259	NS	0,127	13,06
COMPRIMENTO DO							
INTESTINO (metros)	9,713	9,700	9,437	9,426	NS	NS	10,09

¹ Significância (P < 0,05).

² Efeito Linear; $y = 0,1518 + 0,0249x$; (R^2) = 0,88

³ Efeito Linear; $y = 0,312 + 0,0055x$; (R^2) = 0,94

Para os parâmetros peso do fígado (g) e peso dos rins (g) observou-se aumento linear (P < 0,05) conforme aumentaram os níveis de inclusão de Gln, o peso do fígado e dos rins apresentaram aumento de acordo com as

equações, fígado = $0,1518 + 0,0249x$; (R^2) = 0,88 e rins = $0,312 + 0,0055x$; (R^2) = 0,94.

Não foram encontradas pesquisas que permitam a comparação com os resultados obtidos no presente estudo, mas varias são as pesquisas que indicam que a Gln é muito importante nos órgãos, como fígado e nos rins. Segundo XIAO *et al.*, (2012b) a suplementação com de Gln em leitões desmamados incrementou a atividade das enzimas hepáticas alaninoaminotransferase, e hexoquinase, sendo estas enzimas responsáveis pela transferência de um grupo amino desde a alanina ao alfa-cetoglutarato e transferencia de um grupo fosfato desde uma molécula de "alta energia" a outra (fosforilação), respectivamente.

Segundo menciona NEWSHOLME *et al.*, (2003), a Gln mediante a glutaminase dependente de fosfato libera NH_3 que se combina, nos túbulos coletores, com os H^+ liberados da dissociação do metabolismo do ácido carbônico, o HCO_3^- livre volta à circulação para ajudar no controle do pH sanguíneo, daí a importância do metabolismo da Gln nos rins no qual o controle tampão se refere.

Desta forma verificamos a importância do fígado e dos rins como órgãos chaves no metabolismo da Gln.

CONCLUSÕES

O uso de Gln adicionado as dietas nas condições experimentais não promoveu benefícios ao desempenho e saúde intestinal dos leitões pós-desmame.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BARTELL, S.M., BATAL, A.B. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers. Poultry Science 86:1940–1947. 2007.

CYNOBER, L. A. Glutamine metabolism in stressed patients

(abstract). Proceedings of international Congress on amino acids (Germany). pp 5. 1999.

KHAN, J., Y.LIBOSHI, L.CUI, M.WASA, K.SANDO, Y.TAKAGI, AND A.OKADA, 1999. **Alanyl -glutamine- supplemented parenteral nutrition increase luminal mucus gel and decreases permeability in the rat small intestine.** J.Parenter. Enteral. Nutr. 23:24-31.

KITT, S.J., MILLER, P.S., LEWIS, A., FISCHER, R.L. 2002. **Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs.** Nebr. Swine Rep. 82, 29–32.

LANFERDINI, E., ABREU, M. L. T., FONSECA, L. S., MOREIRA, R. H. R. **Meta-análise do uso de glutamina na alimentação de leitões em creche.** Abraves 2013.

LEE, D.N., CHENG, Y.H., WU, F.Y., SATO, H., SHINZATO, I., CHEN, S.P., YEN, H.T. **Effect of dietary glutamine supplement on performance and intestinal morphology of weaned pigs.** Asian–Australian Journal of Animal Science 16, 1170–1176. 2003.

LIU TAO, PENG JIAN, XIONG YUANZHU, ZHOU SHIQI AND CHENG XUEHUI. **Effects of Dietary Glutamine and Glutamate Supplementation on Small Intestinal Structure, Active Absorption and DNA, RNA Concentrations in Skeletal Muscle Tissue of Weaned Piglets during d 28 to 42 of Agea.** Asian-Aust. J. Anim. Sci. 2002. Vol 15, No. 2 : 238-242.

LOBLEY, G.E., HOSKIN, S.O., AND MCNEIL, C.J. **Glutamine in Animal Science and Production.** Journal of Nutrition. 131: 2525S-2531S. 2001.

NEWSHOLME, P. **Why Is L-Glutamine Metabolism Important to Cells of the Immune System in Health, Postinjury, Surgery or Infection?** Journal of Nutrition 131: 2515S-2522S. 2001.

NEWSHOLME, P., PROCOPIO, J., LIMA, M.,CURI, T.C.P., AND CURI, R. **Glutamine and Glutamate—their central role in cell metabolism and function.** Cell Biochemistry Functional 21: 1–9. 2003.

REEDS, P.J. AND BURRIN, D.G. **Glutamine and the Bowel.** Journal of Nutrition 131: 2505S-2508S. 2001.

RHOADS M. **Glutamine Is the Gas Pedal but not the Ferrari.** Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition 38:474-476, 2004.

SHAN YUPING, SHAN ANSHAN, LI JIANPING, ZHOU CHANGLU. **Dietary supplementation of arginine and glutamine enhances the growth and intestinal mucosa development of weaned piglets.** *Livestock Science, Volume 150, Issues 1–3, Pages 369-373. 2012.*

SMITH, R.J. **Glutamine metabolism and its physiologic importance.** Journal of Parenteral Enteral Nutrition. 14: 40S-44S.1990.

STOLL, B., BURRIN, D.G., HENRY, J., YU, H., JAHOR, F., REEDS, P.J. **Dietary amino acids are the preferential source of hepatic protein synthesis in piglets.** Journal of Nutrition 128, 1517–1524. 1998.

VRILLON B. D., POSHO L., MOREL M.T., BERNARD F., BLACHIER F., MESLIN J. C., DUÉE P.H. **Glucose, Galactose, and Glutamine Metabolism in Pig Isolated Enterocytes during Development.** *Pediatrics Research* 36: 175-181, 1994.

WU, G. **Triennial Growth Symposium: Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production.** *Journal Animal Science* 89:2017–2030. 2011.

WU, G., S. B. MEIER, AND D.A. KNABE. **Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs.** *Journal of Nutrition.* 126:2578-2584. 1996.

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 11 (9):1441-1449. 2012a

XIAO Y.P., WU T.X., SUN J. M., YANG L., HONG Q.H., CHEN A. G., YANG C.M. **Response to dietary L-glutamine supplementation in**

weaned piglets: A serum metabolomic comparison and hepatic metabolic regulation analysis. Journal of Animal Science 90:4421-4430. 2012b.

XU QIAN , JIANG ZONGYONG, LIN YINCAI, ZHENG CHUNTIAN AND WANG SHIKUI. **Effects of Dietary Supplementation with Combined Arginine and Glutamine on Growth Performance and Small Intestinal Development in Neonatal Piglets.** J. Animal and Veterinary Advances. 2012 Vol. 11 Issue 17 Page No: 3187-3193.

YI ,G. F., CARROLL J. A., ALLE G. L., GAINES A. M., KENDALL D. C., USRY J. L., TORIDE Y. AND IZURU S. **Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs.** J ANIM SCI 2005, 83:634-643.

YOO, S.S., FIELD, P.C., MCBURNEY, M.I. **Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizes lymphocytes function in infected early-weaned piglets.** Journal of Nutrition. 127, 2253–2259. 1997.

YOUNG VERNON R. AND AJAMI ALFRED M. **Glutamine: The Emperor or His Clothes?** Journal of Nutrition 131: 2449S-2459S. 2001.

ZHOU, R.Y., PENG, J., LIU, Z.L., FANG, Z.F. **Effects of biocom as a replacement of glutamine on performance and blood biochemical indexes of early weaned piglets.** Asian–Australian Journal of Animal Science 19, 872–876. 2006.

ZOU, X.T., ZHENG, G. H., FANG, X.J., JIANG, J.F. **Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets.** Czech Journal of Animal Science (10): 444–448

CAPITULO 2

USO DO ÁCIDO GLUTÂMICO + L-GLUTAMINA NO DESEPENHO E NA MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL EM LEITÕES

RESUMO

LESCANO, Diego Alberto, M.sc., Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, Fevereiro de 2014. **Uso do Ácido Glutâmico + Glutamina no Desempenho e Na Morfohistologia Intestinal em Leitões**. Orientador: Rostagno Santiago Horacio. Coorientadores: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Dois ensaios foram conduzidos para avaliar o efeito da utilização de quatro níveis de Ácido Glutâmico + Glutamina (Gln) em dietas para leitões após o desmame, na performance e na morfohistologia intestinal. As dietas formuladas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lacteos, plasma sanguineo e aminoacidos industrias. No ensaio de desempenho foram utilizados quarenta e quatro (44) leitões distribuidos entre quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com cinco repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental. O periodo experimental foi de 28 dias, sendo o periodo 1 de 18 a 32 dias de vida, periodo 2 de 32 a 46 dias de vida e no periodo total de 18 a 46 dias de vida. Os parametros avaliados foram consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diario (GPD) e consersão alimentar (CA). A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmama melhorou de forma linear ($P < 0,05$) CRD, GPD e CA no periodo de 18 a 32 dias de idade, entretanto não foram verificados efeitos significativos ($P > 0,05$) no periodo 2 de 32 a 46 dias de idade, já no periodo total houve melhoria linear ($P < 0,05$) no CRD e CA, e melhoria linear-quadratica no GPD.

No ensaio de morfohistologia vinte e quatro (24) leitões de 18 dias de vida foram distribuidos em quatro tratamentos (T1 – 0,0%; T2 – 0,4%; T3- 0,8% e T4- 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) com seis repetições e um animal por cada unidade experimental. Os animais foram abatidos aos 7 dias após o desmame (25 dias de vida) para coleta de amostras das três porções intestinais. Os parâmetros histologicos avaliados foram altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta dos três segmentos intestinais.

A adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmame apresentou efeito linear ($P < 0,05$) para os parâmetros de altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do duodeno, relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do jejuno, altura de vilosidade e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo. Já para o parâmetro profundidade de cripta do duodeno observou-se efeito linear-quadratico. Conclui-se que a adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas de leitões após o desmama apresentou efeitos

beneficos sobre o desempenho e na manutenção da integridade da mucosa intestinal dos leitões.

O Ácido Glutâmico e a Gln são aminoácidos essenciais em importantes funções, algumas das quais podem ser satisfeitas por ambos os aminoácidos devido à inter-conversão metabólica (YOUNG *et al.*, 2001), visto que o Ácido Glutâmico é o produto imediato do metabolismo da Gln, mediante a ação da glutaminase, sendo o Ácido Glutâmico o aminoácido mais abundante do líquido intracelular, enquanto a Gln é o aminoácido mais abundante do líquido extracelular (NEWSHOLME *et al.*, 2003). Porém existem outras funções específicas de cada um dos aminoácidos.

Uma das funções exercidas, em conjunto, por estes aminoácidos é a doação de esqueletos de carbono para as vias de metabolismo intermediário da mucosa, sendo a Gln necessária para função secretora e proliferativa da mucosa intestinal (REEDS & BURRIN, 2001).

Estudos recentes demonstraram que após a ingestão de Ácido Glutâmico, várias funções foram identificadas pela ativação do cérebro tais como digestão, absorção, metabolismo, homeostase da energia e estimulação de secreção salivar, verificando a importância fisiológica que tem este nutriente (BANNAI & TORRI, 2013).

Ao Glu é atribuída uma importante função de saborizante, a qual não é realizada pela Gln (Young *et al.*, 2001), sendo responsável, juntamente com o glutamato monossódico (GMS), pelo sabor umami, e este quando estimulado pode aumentar o consumo voluntário dos mamíferos. No momento do desmame os receptores UMAMI da língua estão super expressados, assim toda prática para estimular estes receptores terá como consequência um maior consumo de alimento (ROURA, 2011).

No tecido intestinal, o Ácido Glutâmico dietético é importante combustível para as células epiteliais, sendo 97% deste aminoácido absorvido em sua primeira passagem pelo lúmen intestinal (WU *et al.* 2011). Além de atuar como neurotransmissor excitador envolvido na estimulação vagal eferente e na detecção de nutrientes (JANECZKO *et al.*, 2007). Ainda

a nível intestinal, o Ácido Glutâmico é eficiente na regulação da produção de mucina e na manutenção da camada de mucosa intestinal (WATFORD, 2001).

Outra atuação característica do Ácido Glutâmico é ser o principal transmissor nas sinapses excitatórias do sistema nervoso central (YOUNG *et al.*, 2001).

A Gln é o aminoácido livre mais encontrado na corrente sanguínea (BARTELL & BATAL, 2007; LOBLEY *et al.*, 2001; SMITH,1990; WU *et al.*, 1996), sendo reserva potencial de energia, além de precursora de Ácido Glutâmico e atuar na regulação do metabolismo intermediário (Lobley *et al.*, 2001). Esta, quando fornecida na dieta é metabolizada pelo fígado e outros órgãos antes de sair ao plasma (Stoll *et al.*, 1998), por isso a maior parte da Gln circulante na corrente sanguínea é proveniente das reservas musculares (Young *et al.*, 2001).

A Gln é o principal combustível para o tecido intestinal (BARTELL & BATAL, 2007; WU *et al.*, 2011; NEWSHOLME, 2001; LOBLEY *et al.*, 2001; CYNOBER, 1999), onde 67% deste aminoácido utilizado pelas células intestinais, células da mucosa e bactérias. Além de combustível, a Gln é também sintetizada nas células do intestino, podendo atuar na regulação metabólica, ativando genes relacionados com o ciclo de progressão das células da mucosa, a inibição da síntese de Gln inibe a proliferação e diferenciação destas células (RHOAD *et al.*, 1997; BLIKSLAGER *et al.*, 1999).

O sistema de defesa também é dependente de Gln para aumentar a resposta linfocítica mediante estimulação de mitógenos (TAUDOU *et al.*, 1983) e diminuir a bacteremia e endotoxemia (O'DWYER *et al.*, 1987).

Objetivou-se com este trabalho determinar o efeito do uso do Ácido Glutâmico + Gln em dietas complexas sobre o desempenho e na morfohistologia intestinal de leitões após o desmame.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Processo Numero 18/2012.

Dois (2) ensaios foram conduzidos nas instalações do setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – MG entre os meses de Maio e junho do ano 2012.

Os animais foram alojados em baias suspensas com pisos ripados, providas de comedouros semi-automáticos e de bebedouros tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de barro tipo francês.

Foi utilizado termômetro de máxima-mínimo no interior dos galpões para registro diário da temperatura do ambiente. As temperaturas médias mínimas e máximas durante o período de 18 a 32 dias de idade foram 25°C e 30°C respectivamente e para o período de 32 a 46 dias de idade as temperaturas médias mínimas e máximas foram de 23°C e 28 °C respectivamente.

As dietas experimentais foram formuladas para atender ou exceder as exigências nutricionais para leitões de acordo com Rostagno et al., (2011), sendo utilizadas duas dietas para o ensaio de desempenho, dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 32 dias e dieta 2 para o período de 32 a 46 dias de idade e para o ensaio de morfohistologia foi utilizada a dieta 1 para o período Pre inicial 1 de 18 a 25 dias de vida. As dietas foram baseadas em milho, farelo de soja, milho cozido, subprodutos lácteos, plasma sanguíneo e aminoácidos industriais. Os tratamentos foram constituídos a partir da substituição do amido por Gln em 0,0; 0,4; 0,8; e 1,2 % nos 2 períodos experimentais. Ração e água foram fornecidos à vontade durante todo o período experimental (Tabela 1 e 2).

No ensaio de desempenho foi utilizado um total de 44 suínos, machos castrados e fêmeas (PIC x TOPIGS), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 5,24 Kg.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental em blocos ao acaso no tempo, com 4 tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) de 5 repetições, sendo 4 repetições com 2 animais por unidade experimental e 1 repetição com 3 animais por unidade experimental.

Os animais foram pesados aos 18, 32 e 46 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 32 dias), período 2 (32 a 46 dias) e no período geral (18 a 46 dias). Foram utilizadas duas dietas, Pré inicial 1, do desmame aos 32 dias e Pré inicial 2 de 32 a 46 dias de idade.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e cálculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

No ensaio de morfohistologia intestinal foi utilizado um total de 24 suínos machos castrados e fêmeas (PIC x TOPIGS), selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça. Os leitões foram desmamados aos 18 dias de idade com peso vivo médio de 4,96 Kg.

Os leitões foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em quatro (4) tratamentos (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln) de seis (6) repetições, colocando um animal por gaiola.

O período experimental foi compreendido de 18 a 25 dias de idade, no total de 7 dias.

Os animais foram pesados aos 18 e 25 dias de idade para determinação do ganho de peso diário no período 1 (18 a 25 dias) e foi utilizada a dieta Pré-inicial 1.

Para determinação do consumo de ração diário, desperdício da ração farelada e cálculo da conversão alimentar foram registradas a ração fornecida e coletadas as sobras de ração 3 vezes ao dia durante o período experimental.

Os vinte e quatro (24) leitões foram abatidos no sétimo (7^o) dia após o início do fornecimento das dietas experimentais e posteriormente coletadas porções de 2 cm de comprimento, que correspondem aos segmentos do intestino delgado, duodeno, jejuno e íleo. As porções coletadas foram enviadas ao Laboratório de Histopatologia do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Viçosa para cortes histológicos e montagem de lâminas. Os cortes histológicos foram lavados em solução fisiológica, fixado em solução BOUIN por 24 horas, desidratados em álcool etílico, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Em cada lâmina foram colocadas duas secções com 5 µm de espessura. As lâminas foram colocadas novamente em solução de xilol para retirar o excesso de parafina e novamente hidratadas. Os corantes utilizados foram a hematoxilina e a eosina. Depois de coradas, as lâminas foram novamente desidratadas. Para as leituras morfométricas, foi utilizado o microscópio óptico OLYMPUS BX50 com ampliação de 10x acoplado ao analisador de imagem "Image-Pro Plus 1.3.2" (1994). Foram selecionadas e medidas as alturas de 30 vilosidades e suas respectivas 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente. Foi calculada a relação vilo:cripta.

Os órgãos dos animais abatidos foram pesados para determinação do peso absoluto e o comprimento do intestino foi determinado.

Os dados de desempenho (consumo de ração diário, ganho de peso diário e a conversão alimentar), morfohistologia (altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação altura de vilosidade:profundidade de cripta, dos três segmentos do intestino delgado), peso dos órgãos e comprimento do intestino foram submetidos a análise de variância como efeito significativo com $P < 0,05$ e tendência para $P < 0,10$, foi realizado o desdobramento dos graus de liberdade e regressão linear, quadrática utilizando o software

Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa.

Tabela – 1. Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 18 a 32 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 18 AOS 32 DIAS DE IDADE (PRÉ-1)				
	Níveis de Glutamina, em %			
Ingredientes	0	0,4	0,8	1,2
Milho, 7.88%	36,608	36,608	36,608	36,608
Milho Pré Cozido	8,000	8,000	8,000	8,000
Farelo de Soja 45%	23,796	23,796	23,796	23,796
Conc. Protéico de Soja	6,000	6,000	6,000	6,000
Óleo de Soja	2,021	2,021	2,021	2,021
Leite Soro Pó	7,000	7,000	7,000	7,000
Leite Integral Pó	4,000	4,000	4,000	4,000
Plasma Sanguineo	3,000	3,000	3,000	3,000
Açucar	4,000	4,000	4,000	4,000
Sal	0,256	0,256	0,256	0,256
F. Bicalcico	1,771	1,771	1,771	1,771
Calcário	0,605	0,605	0,605	0,605
Acidificante	0,500	0,500	0,500	0,500
L-Lisina, HCL 79 %	0,271	0,271	0,271	0,271
DL-Metionina, 99%	0,149	0,149	0,149	0,149
L-Treonina, 98%	0,083	0,083	0,083	0,083
Antibióticos ¹	0,150	0,150	0,150	0,150
Cloreto de Colina (60%)	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento Mineral ³	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Vitaminico ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
Ácido Glutâmico + Glutamina	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta,%	22,50	22,50	22,50	22,50
EM, Mcal/Kg	3,40	3,40	3,40	3,40
Cálcio,%	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível,%	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo Dig. Suínos,%	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina dig., %	1,45	1,45	1,45	1,45
Metionina dig., %	0,46	0,46	0,46	0,46

Met + Cist, %	0,81	0,81	0,81	0,81
Treonina dig., %	0,91	0,91	0,91	0,91
Triptofano dig., %	0,26	0,26	0,26	0,26
Arginina dig., %	1,39	1,39	1,39	1,39
Valina dig., %	1,01	1,01	1,01	1,01
Isoleucina dig., %	0,87	0,87	0,87	0,87
Leucina dig., %	1,81	1,81	1,81	1,81
Lactose, %	6,30	6,30	6,30	6,30
Potásio, %	0,89	0,89	0,89	0,89
Sódio, %	0,28	0,28	0,28	0,28
Cloro, %	0,30	0,30	0,30	0,30

¹ Bacitracina de zinco, Colistina

² Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E - 44,8 UI; Vit B1 - 1,12 mg; Vit B2 - 3,5 mg; Vit B6 - 2,24 mg; Vit B12 - 0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg; Ác. Pantotênico- 16,8 mg; Vit. K3 - 3,36 mg; Ác. fólico-0,336 mg; Biotina

³ Contendo por Kg/ração: Manganês-45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo-1,12mg, - 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

Tabela 2 - Composição das dietas experimentais para leitões e no período de 32 a 46 dias.

DIETA EXPERIMENTAL PARA O PERÍODO DE 32 AOS 46 DIAS DE IDADE (PRÉ-2)				
Ingredientes	Níveis de Glutamina, em %			
	0	0,4	0,8	1,2
Milho (7,88%)	43,516	43,516	43,516	43,516
Milho Pré Cozido	4,000	4,000	4,000	4,000
Farelo de Soja 45%	28,635	28,635	28,635	28,635
Conc. Protéico de Soja	3,000	3,000	3,000	3,000
Óleo de Soja	2,862	2,862	2,862	2,862
Leite Soro Pó	5,000	5,000	5,000	5,000
Leite Integral Pó	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma Sanguineo	1,500	1,500	1,500	1,500
Açúcar	3,000	3,000	3,000	3,000
Sal	0,422	0,422	0,422	0,422
F. Bicalcico	1,884	1,884	1,884	1,884
Calcário	0,594	0,594	0,594	0,594
Acidificante	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Lisina, HCL 79 %	0,290	0,290	0,290	0,290
DL-Metionina, 99%	0,136	0,136	0,136	0,136
L-Treonina, 98%	0,091	0,091	0,091	0,091
Suplemento Vitaminico ¹	0,140	0,140	0,140	0,140
Suplemento Mineral ²	0,140	0,140	0,140	0,140
Sulfato Cobre mono	0,070	0,070	0,070	0,070
Cloreto de Colina (60%)	0,040	0,040	0,040	0,040
Flavorizante	0,040	0,040	0,040	0,040
BHT	0,030	0,030	0,030	0,030
Colistina	0,010	0,010	0,010	0,010
Amido	1,300	0,900	0,500	0,100
Ácido Glutâmico + Glutamina	-	0,4	0,8	1,2
Total (%)	100	100	100	100
COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA				
Proteína Bruta,%	21,840	21,840	21,840	21,840
EM, Mcal/Kg	3,400	3,400	3,400	3,400
Cálcio,%	0,850	0,850	0,850	0,850
Fósforo Disponível,%	0,500	0,500	0,500	0,500
Fósforo Dig. Suinos,%	0,450	0,450	0,450	0,450
Lisina dig., %	1,350	1,350	1,350	1,350
Metionina dig., %	0,440	0,440	0,440	0,440
Met + Cist, %	0,750	0,750	0,750	0,750
Treonina dig., %	0,850	0,850	0,850	0,850
Triptofano dig., %	0,240	0,240	0,240	0,240
Arginina dig., %	1,330	1,330	1,330	1,330

Valina dig., %	0,940	0,940	0,940	0,940
Isoleucina dig., %	0,830	0,830	0,830	0,830
Leucina dig., %	1,720	1,720	1,720	1,720
Lactose, %	4,550	4,550	4,550	4,550
Potásio, %	0,860	0,860	0,860	0,860
Sódio, %	0,280	0,280	0,280	0,280
Cloro, %	0,370	0,370	0,370	0,370

¹ Conteúdo por kg/ração: Vit. A - 7700 UI; Vit. D3 - 1680 UI; Vit E – 44,8 UI; Vit B1 – 1,12 mg; Vit B2 – 3,5 mg; Vit B6 – 2,24 mg; Vit B12 -0,022 mg; Ácido nicotínico- 34,0 mg; Ác. Pantotênico- 16,8 mg; Vit. K3 – 3,36 mg; Ác. fólico-0,336 mg; Biotina

² Contendo por Kg/ração: Manganês–45 mg; Ferro - 90mg; Zinco - 123mg; Cobre- 13,4mg; Iodo–1,12mg, – 0,112 mg; Selênio - 0,41 mg; antioxidante- 10,0 g e veículo q.s.p. - 1000 g.2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ENSAIO DE DESEMPENHO

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período 1 de 18 a 32 dias, no período 2 de 32 a 46 dias e no período total de 18 e 46 dias estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 46 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Período 1 (18 a 32 dias de idade)							
CRD,(g/dia) ²	222	287	264	291	0,002	0,104	8,89
GPD,(g/dia) ³	168	235	238	271	0,001	0,334	16,66
CA ⁴	1,350	1,231	1,110	1,086	0,003	NS	10,27
Período 2 (32 a 46 dias de idade)							
CAD,(g/dia)	747	823	779	798	0,243	0,178	5,62
GPD,(g/dia)	559	572	627	578	0,150	NS	6,23
CA	1,340	1,442	1,246	1,386	NS	NS	7,82
Período Total (18 a 46 dias de idade)							
CAD,(g/dia) ⁵	485	555	522	545	0,043	0,131	6,13
GPD,(g/dia) ⁶	363	404	433	424	0,001	0,049	6,14
CA ⁷	1,345	1,337	1,178	1,236	0,003	0,275	5,13

¹ Significância (P < 0,05).

² Efeito Linear; $Y = 0,2384 + 0,0459 X$; (R^2) = 0,57

³ Efeito Linear; $Y = 0,1809 + 0,0785 X$; (R^2) = 0,87

⁴ Efeito Linear; $Y = 1,3312 - 0,2284 X$; (R^2) = 0,94

⁵ Efeito Linear; $Y = 0,5045 + 0,0365 X$; (R^2) = 0,37

⁶ Efeito Quadrático; $Y = 0,3619 + 0,1448 X - 0,0763 X^2$; (R^2) = 0,99

⁷ Efeito Linear; $Y = 1,3469 - 0,1217 X$; $(R^2) = 0,60$

A inclusão de Ácido Glutâmico + Gln na dieta influenciou ($P < 0,05$) o CRD, GPD e a CA dos leitões no período de 18 a 32 dias de idade. Com o aumento dos níveis de Ácido Glutâmico + Gln o CRD e o GPD dos leitões aumentaram de forma linear de acordo as equações: $CRD = 0,2384 + 0,0459 \text{ Ácido Glutâmico} + \text{Gln}$; $(R^2) = 0,57$ e $GPD = 0,1809 + 0,0785 \text{ Ácido Glutâmico} + \text{Gln}$; $(R^2) = 0,87$ respectivamente. Sobre a CA dos leitões observou-se diminuição linear com o aumento dos níveis de Ácido Glutâmico + Gln conforme a equação $CA = 1,3312 - 0,2284 X$; $(R^2) = 0,94$.

Quando analisados em valores percentuais os diferentes parâmetros zootécnicos no período 1 nos níveis de 0,4; 0,8 e 1,2 % de Ácido Glutâmico + Gln, foram verificados aumentos de 29,28; 18,92 e 31,08 % para o CRD e de 39, 88; 41,67 e 61,31 % para GPD enquanto para o parâmetro de CA houve redução de 9,67; 21,62 e 24,31 % respectivamente, quando comparado como a ração sem inclusão de Ácido Glutâmico + Gln.

No período de 32 a 46 dias de idade os níveis de inclusão de Ácido Glutâmico + Gln na dieta dos leitões não influenciaram os parâmetros de desempenho CRD, GPD e a CA.

Mesmo não tendo observado diferenças significativas, foram quantificados os valores percentuais para cada parâmetro no período 2, sendo que houve aumento de 10,17; 4,28 e 6,83 % para o CRD e 2,32; 12,16 e 3,4 % para GPD, quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,4; 0,8 e 1,2 % nas rações respectivamente, sempre comparado com a ração controle. Para a CA somente foi observado redução de 7,54 % quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,8% quando comparado com a ração controle.

Quando analisado o período total a adição de Ácido Glutâmico + Gln na dieta promoveu aumento linear e linear- quadrático no CRD e GPD respectivamente e redução linear na CA, conforme as equações $CRD = 0,5045 + 0,0365 \text{ Ácido Glutâmico} + \text{Gln}$; $(R^2) = 0,37$, $GPD = 0,3619 + 0,1448$

Ácido Glutâmico + Gln $-0,0763 \text{ Ácido Glutâmico} + \text{Gln}^2$; (R^2) = 0,99 e CA = $1,3469 - 0,1217 \text{ Ácido Glutâmico} + \text{Gln}$; (R^2) = 0,60.

No período total em valores percentuais houve aumento de 14,43; 7,63 e 12,37 % para o CRD, e de 11,29; 19,28 e 16,8 % para o GPD. Entretanto para o parâmetro de CA foi observado redução de 0,6; 14,18 e 8,82 % quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,4; 0,8 e 1,2 %, sempre comparado como a ração controle.

Para obter os valores de CRD e CA, quantificamos o desperdício real de alimento, sendo que no presente ensaio com período experimental de 18 a 46 dias de idade dos leitões o desperdício de ração foi de 5% similar ao mencionado no NRC (2012).

A media de GPD no período total (18 a 46 dias de idade) dos grupos de leitões alimentados com ração contendo Ácido Glutâmico + Gln foi de 57 g/d superior que os leitões que foram alimentados com a dieta controle e considerando o período experimental de 28 dias temos que estes animais foram 1605 gramas mais pesados, esta diferença pode ser multiplicada para 3-5 kg aos 168 dias de idade, momento no qual a maioria das granjas produtoras de suínos vendem os animais para abate.

Os resultados observados no período 1 diferem daqueles verificados por MOLINO *et al.*, (2012) que em um experimento com leitões desmamados aos 21 dias de idade, considerando o período de 21-35 dias (período 1) e suplementados com 0,8% Gln + Glu não afetou a performance dos leitões ao final desta fase, mas em valores absolutos a inclusão de Gln + Glu resultou no incremento de 4,6; 11,1 e 7,9% no peso vivo, ganho de peso diário e consumo de ração diário, seguido de redução 3,2% na conversão alimentar.

Os dados coletados no período 2 estão de acordo com MOLINO *et al.*, (2012) que no período de 35-49 dias não observaram efeito no peso vivo e GPD, porém com efeito absoluto de 7,1 e 10,2%, respectivamente, além de não influenciar no CRD e CA.

Os resultados do período total corroboram as pesquisas de KITT *et al.*, (2002) que demonstrou que a eficiência alimentar foi maior quando os animais foram suplementados com Gln. Da mesma forma XIAO *et al.*, (2012a) observaram aumento no GPD e a CA aos 10 dias pós desmame, entretanto do dia 11 à 30 pós desmame tenderam a incrementar o GPD em 11,03% e melhoraram a conversão alimentar em 8,6%. Finalmente no período de 1 a 30 pós desmame houve melhora do GPD 12,40% e diminuiu a CA em 10,45%. Os autores verificaram que os animais suplementados obtiveram melhoria na digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e aminoácidos no trato gastrointestinal, podendo ser uma das causas na melhora da performance dos leitões.

Os sistemas de produção de suínos estão desenhados para que os animais sejam desmamados com 21 dias de vida aproximadamente, sendo que este número é a média. É bem conhecido que os animais desmamados com 18 dias de vida ainda não têm o sistema digestivo maduro quando comparados aos animais de 22-23 dias de vida, o que torna muito importante o fornecimento de ingredientes que garantam a saúde intestinal e consequentemente uma performance ótima.

O desenvolvimento do trato gastrointestinal é substrato dependente, o CRD permitirá o aporte dos principais nutrientes para que isto ocorra, assim segundo menciona SAN GABRIEL & UNEYAMA (2013), o sentido do paladar é o principal mecanismo que supervisiona o comportamento alimentar. O Glu é responsável pela função de saborizante, sendo o melhor estimulante do sabor UMAMI.

ROURA (2011) menciona que o consumo voluntário pode aumentar quando se estimula este sabor, o qual concorda com os dados obtidos no presente estudo onde verificou-se maior CRD quando os leitões consumiram uma dieta que continha uma mistura de Ácido Glutâmico + Gln.

Tanto a Gln como o Ácido Glutâmico + Gln cumprem numerosas e importantes funções, algumas das quais podem ser satisfeitas por ambos aminoácidos devido à inter-conversão metabólica e sendo outras específicas

de cada aminoácido (YOUNG *et al.*, 2001). Estudos recentes demonstraram que após a ingestão de Ácido Glutâmico, várias funções foram identificadas pela ativação do cérebro tais como digestão, absorção, metabolismo, homeostase da energia e estimulação de secreção salivar, verificando a importância fisiológica que tem este nutriente (BANNAI & TORRI 2013), desta forma mediante a estimulação de cada uma destas vias permite compreender ainda mais o maior desempenho dos animais que foram suplementados.

ENSAIO DE MORFOHISTOLOGIA INTESTINAL

Os resultados de consumo de ração diário (CRD), de ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA) dos leitões no período de 18 à 25 dias estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Desempenho de leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
CRD,(g/dia) ²	169	248	224	235	0,036	0,061	18,97
GPD,(g/dia) ³	119	215	186	225	0,027	0,295	34,72
CA ⁴	1,885	1,276	1,291	1,137	0,045	0,333	39,90

¹ Significância (P < 0,05).

² Efeito Linear; $Y = 0,1928 + 0,0436X$; (R^2) = 0,41

³ Efeito Linear; $Y = 0,1428 + 0,0723X$; (R^2) = 0,61

⁴ Efeito Linear; $Y = 1,7317 - 0,5576X$; (R^2) = 0,75

Observou-se efeito linear (P < 0,05) com a inclusão dos níveis de Ácido Glutâmico + Gln para os parâmetros CRD, GPD e CA avaliados no período 1 de 18 a 25 dias de idade, do mesmo modo ao observado por ZOU *et al.*, (2006) que aos 10 dias pós desmame a conversão alimentar diminuiu no grupo suplementado com Gln, sem efeito no CRD e GPD. Já do dia 10-20

pós desmame o GPD aumento em 27,75% no grupo suplementado, sem efeito no CRD e a CA no período mencionado, os autores também observaram que os animais que não haviam recebido Gln tiveram alta quantidade de diarreia de longa duração.

De maneira diferente DOMENEGHINI *et al.*, (2004) quando alimentaram leitões desmamados aos 21 dias de vida com 0,5% Gln e uma mistura de 0,05% nucleotídeos + 0,5% Gln, não encontraram diferenças em nenhum parâmetro de desempenho, mas em termos absolutos os animais suplementados com Gln obtiveram maiores valores.

A análise dos valores percentuais para cada parâmetro zootécnico indicou que houve aumento de 46,75; 32,54 e 39,05 % para CRD e 80,67; 56,3 e 89,07 % para GPD, assim observou-se redução de 47,73; 46 e 65,78 % na CA quando o Ácido Glutâmico + Gln foi incluído em 0,4; 0,8 e 1,2 % sempre comparado com a ração controle.

Os resultados das médias das avaliações de morfohistologia intestinal dos leitões alimentados com diferentes níveis de Glutamina estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Médias das alturas dos vilos (μm), profundidade da cripta (μm) e relação vilosidade: cripta do intestino dos leitões alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta dos 18 aos 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
Duodeno							
AV (μm) ²	376,47	372,49	418,82	462,15	0,014	NS	14,68
PC (μm) ^{3,4}	254,87	171,43	175,06	166,84	0,001	0,009	16,01
AV: PC ⁵	1,782	3,019	3,142	3,823	0,001	NS	24,05
Jejuno							
AV (μm)	339,16	353,01	321,78	365,71	NS	NS	19,21
PC (μm)	183,27	177,24	189,72	157,42	0,097	0,131	11,40
AV: PC ⁶	2,034	2,331	1,860	2,860	0,045	0,109	22,18
Ileo							
AV (μm) ⁷	240,67	299,19	313,52	367,14	0,001	NS	13,62
PC (μm)	199,51	197,62	188,08	200,77	NS	0,265	7,85
AV: PC ⁸	1,320	1,715	1,848	2,074	0,001	NS	11,97

¹ Significância (P < 0,05).

² Efeito Linear; $Y = 361,98 + 75,838X$; (R^2) = 0,87

³ Efeito Linear; $Y = 231,12 - 65,121X$; (R^2) = 0,64

⁴ Efeito Quadrático; $Y = 249,93 - 206,18X + 117,55X^2$; (R^2) = 0,91

⁵ Efeito Linear; $Y = 2,0043 + 1,5618X$; (R^2) = 0,90

⁶ Efeito Linear; $Y = 1,97 + 0,502X$; (R^2) = 0,35

⁷ Efeito Linear; $Y = 246,07 + 98,432X$; (R^2) = 0,96

⁸ Efeito Linear; $Y = 1,3806 + 0,5981X$; (R^2) = 0,96

Para os parâmetros AV_D, AV_D: PC_D, AV_J: PC_J, AV_I e AV_I:PC_I foi verificado efeito linear e para o PC_D observou-se efeito linear – quadrático (P < 0,05) com a inclusão de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas dos leitões no período 1.

No presente estudo observamos efeito linear (P < 0,05) na AV_D, AV_D: PC_D conforme LEE *et al.*, (2003) verificaram efeito significativo com aumento da altura de vilosidade e relação altura de vilosidade: profundidade de cripta do duodeno. Por outro lado XU *et al.*, (2012) não encontraram diferenças

significativas na profundidade das criptas após a suplementação com 1% de Gln.

Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) no aumento da $AV_J: PC_J$ com níveis crescentes de Ácido Glutâmico + Gln. A VJ e CJ quando analisados os valores absolutos foram maiores e menores, respectivamente, apesar de não apresentarem efeitos significativos ($P > 0,05$) conforme aumentaram os níveis de inclusão dos aminoácidos. De mesmo modo XU *et al.*, (2012) não observou efeito significativo quando os animais foram suplementados com 1% de Gln.

A AV_I e $AV_I:PC_I$ aumentaram linearmente ($P < 0,05$) conforme os resultados obtidos por XU *et al.*, (2012) onde verificaram maior altura de vilosidade deste segmento.

YI *et al.*, (2006) desafiaram leitões desmamados com a bactéria E.coli ETEC K88⁺ observando uma redução significativa dos diferentes parâmetros de morfohistologia intestinal, no entanto o grupo de leitões desmamados e desafiados com a bactéria que consumiram o alimento com 2% de Gln conseguiram manter a integridade intestinal.

MOLINO *et al.*, (2012) observou que a adição de Ácido Glutâmico + Gln incrementou a altura de vilosidade nos três segmentos do intestino delgado, sendo que em valores absolutos representou melhora de 7,7; 10,4 e 6,6% no duodeno, jejuno e íleo, respectivamente. No entanto a profundidade de cripta não foi afetada em nenhum dos segmentos. Finalmente, a relação altura de vilosidade:profundidade de cripta do íleo foi afetada positivamente pela inclusão de Ácido Glutâmico + Gln.

A procura dos alimentos é feita através de um código quimiosensorial que detecta seu valor nutritivo (ROURA, 2010). Segundo BANNAI & TORRI (2013) tem sido descoberto nos últimos anos o sabor UMAMI, sendo o Glutamato o principal estimulador deste sabor. ROURA (2011) menciona que os suínos tem o umbral de detecção do glutamato monossódico (GMS) muito menor quando comparado ao do açúcar. No momento do desmame os

receptores UMAMI da lingua estão super expressados, assim toda practica para estimular estes receptores terá como consequência um maior consumo de alimento estando de acordó a os dados encontrados no presente estudo quando alimentamos leitões dos 18 aos 25 dias de vida.

O leite da porca tem altas quantidades de Gln e Glu os quais são responsáveis pelo rápido desenvolvimento da mucosa intestinal (WU *et al.*, 2011), órgão responsável pela digestão e absorção de nutrientes chaves para o crescimento do animal.

O Glu e a Gln são os principais aminoácidos do liquido intracelular e extracelular respectivamente, sendo que as células intestinais utilizam o 97 % do Glu e 67 % da Gln (WU *et al.*, 2011), sendo necesario manter a integridade da morfolohistologia intestinal para o uso eficiente destes aminoácidos.

Os dados presentes neste estudo indicam que a integridade da histología intestinal foi melhorada com a adição de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas dos animais em etapas posteriores ao desmame. Maior atividade mitótica em celulas foi encontrada por MANDIR & GOODLAD quando os ratos consumiram Gln. Outro ponto importante de mencionar é que o mucus intestinal é a principal barreira defensiva no animal, contudo WATFORD (2011) menciona que o Ácido Glutâmico é importante na regulação da produção de mucina neste órgão, desta forma o consumo deste aminoacido previeniu a diminuição da função da barreira paracelular e da atividade enzimática como relatado por XIAO *et al.*, (2012a).

O maior GPD dos animais do experimento atual também pode ser explicado segundo YI *et al.*, (2006) ao maior nivel circulante de GH após que os animais consumiram Gln, alem da mantença da integridade intestinal e todos os mecanismos de digestão , absorção e assimilação dos principais nutrientes que permitam garantir um adequado crecimiento e saude dos leitões, de mesma maneira como indica SHAN *et al.*, (2012) que verificaram maior atividade das enzimas dissacaridasas quando os animais foram suplementados com arginina e Gln.

A media do peso dos orgãos em gramas do fígado, rins, pulmão, baço, coração, estomago, intestino e comprimento do intestino dos leitões submetidos aos diferentes níveis de Gln no periodo de 18 a 25 dias estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Média do peso dos órgãos digestivos dos leitões 25 dias de idade alimentados com diferentes níveis de Gln na dieta no período de 18 a 25 dias de idade.

PARAMETROS ¹	Níveis de ÁCIDO GLUTÂMICO + GLUTAMINA (%)				Regressão		
	0,0	0,4	0,8	1,2	L	Q	CV (%)
FIGADO, (g)	0,151	0,176	0,156	0,166	NS	NS	14,01
PULMÃO, (g)	0,076	0,079	0,073	0,073	NS	NS	14,22
RINS, (g)	0,031	0,036	0,032	0,035	0,246	NS	10,86
BAÇO, (g)	0,011	0,013	0,010	0,014	NS	NS	23,27
CORACÃO, (g)	0,026	0,034	0,028	0,031	NS	NS	24,57
ESTOMAGO, (g)	0,048	0,054	0,048	0,047	NS	0,125	11,80
INTESTINO, (g)	0,238	0,233	0,230	0,252	NS	NS	17,01
COMPRIMENTO DO INTESTINO (metros)	9,713	8,672	9,163	8,960	0,296	0,269	9,81

¹Significância (P < 0,05).

Não foi observado efeito (P > 0,05) com a inclusão de Ácido Glutâmico + Gln nas dietas dos leitões em nenhum dos parâmetros avaliados nas rações no periodo 1 de 18 a 25 dias de idade.

Não foram encontradas pesquisas que permitam comparar os dados do presente estudo.

CONCLUSÕES

O uso de Ácido Glutâmico + Gln adicionado as dietas nas condições experimentais promoveu benefícios ao desempenho e saúde intestinal dos leitões pós-desmame.

Recomenda-se adicionar nas rações para leitões após desmame no período

de 18 a 32 dias e de 32 a 46 dias de idade 1,2 e 0,8% de Ácido Glutâmico + Gln respectivamente. Já no período de 18 a 25 dias de idade recomendamos adicionar nas rações para leitões após desmame 1,2% de Ácido Glutâmico + Gln.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BANNAI, M. AND TORRI, K. DIGESTIVE PHYSIOLOGY OF THE PIG SYMPOSIUM: **Detection of dietary glutamate via gut –brain axis.** Journal of Animal Science 91:1974-1981. 2013.

BARTELL, S.M., BATAL, A.B. **The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers.** Poultry Science 86:1940–1947. 2007.

BLIKSLAGER, A.T., RHOADS, J.M., BRISTOL, D.G., ROBERTS, M.C., AND ARGENZIO, R.A. **Glutamine and transforming growth factor-alpha stimulate extracellular regulated protein kinase and enhance recovery of villous surface area in porcine ischemic-injured intestine.** Surgery 125:186-194 . 1999.

CYNOBER, L. A. **Glutamine metabolism in stressed patients (abstract).** Proceedings of international Congress on amino acids (Germany). pp 5. 1999.

DOMENEGHINI, C., DI GIANCAMILLO, A., SAVOINI, G., PARATTE, R., BONTEMPO, V., DELL'ORTO, V. **Structural patterns os Swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the weaning period. An histochemical and histometrical study.** Histology and Histopathology 19: 49-58 (2004).

JANECZKO, M.J., STOLL, B., CHANG, X., GUAN, X., BURRIN, D.G. **Extensive Gut Metabolism Limits the Intestinal Absorption of Excessive**

Supplemental Dietary Glutamate Loads in Infant Pigs. Journal of Nutrition 137:2384-2390. 2007.

KITT, S.J., MILLER, P.S., LEWIS, A., FISCHER, R.L. 2002. **Effects of glutamine on growth performance and small intestine villus height in weanling pigs.** Nebr. Swine Rep. 82, 29–32.

LEE, D.N., CHENG, Y.H., WU, F.Y., SATO, H., SHINZATO, I., CHEN, S.P., YEN, H.T. **Effect of dietary glutamine supplement on performance and intestinal morphology of weaned pigs.** Asian–Australian Journal of Animal Science 16, 1170–1176. 2003.

LOBLEY, G.E., HOSKIN, S.O., AND MCNEIL, C.J. **Glutamine in Animal Science and Production.** Journal of Nutrition. 131: 2525S-2531S. 2001.

MANDIR, N., GOODLAD, A.R. **The Effects of Glutamine on Intestinal Epithelial Cell in Preterally Fed Rats.** Gut 44:608-614. 1999.

MOLINO, J.P., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., SARAIVA, A., HAESE, D., FORTES, E.I., SOUZA, M.F. **L-glutamine and L-glutamate in diets with different lactose levels for piglets weaned at 21 days of age.** Revista Brasileira de Zootecnia. v.41, n.1, p.98-105, 2012.

NEWSHOLME, P. **Why Is L-Glutamine Metabolism Important to Cells of the Immune System in Health, Postinjury, Surgery or Infection?** Journal of Nutrition 131: 2515S-2522S. 2001.

NEWSHOLME, P., PROCOPIO, J., LIMA, M.,CURI, T.C.P., AND CURI, R. **Glutamine and Glutamate—their central role in cell metabolism and function.** Cell Biochemistry Functional 21: 1–9. 2003.

O' DWYER, S.T., SCOTT T., AND SMITH, R.J. **5-Fluorouracil toxicity on small intestine mucosa but not while blood cells is decreased by glutamine.** Clinical. Research 387a:10-16. 1987.

RHOADS, J.M., R.A.ARGENZIO, W.CHEN, R.A. RIPPE, J.K.WESTWICK, A.D.COX, H.M.BERSCHNEIDER, AND D.A.BRENNER,. **L-**

glutamine stimulates intestinal cell proliferation and activates motogen-activated protein kinase. American Journal of Physiology 272:G943-G953. 1997.

ROURA EUGENI. **El gusto en el cerdo Parte I: que sea dulce.** http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-i-que-sea-dulce_3177/.

ROURA EUGENI. **El gusto en el cerdo Parte II: que sea umami.** http://www.3tres3.com/nutricion/el-gusto-en-el-cerdo-parte-ii-que-sea-umami_3204/

SAN GABRIEL ANA & UNEYAMA HISAYUKI. **Amino acid sensing in the gastrointestinal tract.** Amino Acids (2013) 45:451–461.

WATFORD MALCOLM **Session III: Physiological Aspects of Glutamine Metabolism II—Discussion Summary** Journal of Nutrition. 131: 2523S-2524S. 2001.

WU, G. Triennial Growth Symposium: **Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production.** Journal Animal Science 89:2017–2030. 2011.

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a

XIAO Y.P., LI X.Y., WU T.X., YANG L., HONG Q.H., YANG C.M., CHEN A. G. **Effects of Dietary Glutamine Metabolism and Energy Production in the Jejunum of Weaned Piglets.** Journal of Animal and Veterinary Advances. 11 (9):1441-1449. 2012a.

XU QIAN , JIANG ZONGYONG, LIN YINCAI, ZHENG CHUNTIAN AND WANG SHIKUI. **Effects of Dietary Supplementation with Combined Arginine and Glutamine on Growth Performance and Small Intestinal Development in Neonatal Piglets.** J. Animal and Veterinary Advances. 2012 Vol. 11 Issue 17 Page No: 3187-3193.

YI ,G. F., CARROLL J. A., ALLE G. L., GAINES A. M., KENDALL D. C., USRY J. L., TORIDE Y. AND IZURU S. **Effect of glutamine and spray-dried plasma on growth performance, small intestinal morphology, and immune responses of Escherichia coli K88+-challenged weaned pigs.** J ANIM SCI 2005, 83:634-643.

YOUNG VERNON R. AND AJAMI ALFRED M. **Glutamine: The Emperor or His Clothes?** Journal of Nutrition 131: 2449S-2459S. 2001.

ZOU, X.T., ZHENG, G. H., FANG, X.J., JIANG, J.F. **Effects of glutamine on growth performance of weanling piglets.** Czech Journal of Animal Science (10): 444–448. 2006.

APENDICE

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE PRE I

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1974280	0.6580932E-01	3.186	0.06294
Linear	R ² =0.14 1	0.2692334E-01	0.2692334E-01	1.304	0.27584
Quadrat.	R ² =0.35 1	0.4251957E-01	0.4251957E-01	2.059	0.17689
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1279851	0.1279851	6.197	0.02847
BL	4	6.065569	1.516392	73.418	0.00000
Resíduo	12	0.2478495	0.2065412E-01		

Coeficiente de Variação = 2.772

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.209024	0.4030081	0.760	*****
Linear	R ² =0.61 1	0.7389981	0.7389981	1.394	0.26053
Quadrat.	R ² =0.98 1	0.4484513	0.4484513	0.846	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.2157471E-01	0.2157471E-01	0.041	*****
BL	4	9.186755	2.296689	4.334	0.02130
Resíduo	12	6.359389	0.5299491		

Coeficiente de Variação = 9.086

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.4191591	0.1397197	1.073	0.39709
Linear	R ² =0.65 1	0.2722405	0.2722405	2.091	0.17376
Quadrat.	R ² =0.81 1	0.6793894E-01	0.6793894E-01	0.522	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.7897973E-01	0.7897973E-01	0.607	*****
BL	4	3.398204	0.8495509	6.526	0.00499
Resíduo	12	1.562194	0.1301828		

Coeficiente de Variação = 10.753

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.2140196E-02	0.7133985E-03	1.075	0.39640	
Linear	R ² =0.65	1	0.1392178E-02	0.1392178E-02	2.098	0.17312
Quadrat.	R ² =0.81	1	0.3502048E-03	0.3502048E-03	0.528	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.3978125E-03	0.3978125E-03	0.599	*****
BL	4	0.1734521E-01	0.4336302E-02	6.535	0.00496	
Resíduo	12	0.7963115E-02	0.6635929E-03			

Coeficiente de Variação = 10.747

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	1.865432	0.6218108	1.304	0.31830	
Linear	R ² =0.56	1	1.049669	1.049669	2.201	0.16368
Quadrat.	R ² =0.98	1	0.7702813	0.7702813	1.615	0.22783
Cúbico	R ² =1.00	1	0.4548267E-01	0.4548267E-01	0.095	*****
BL	4	3.288036	0.8220090	1.724	0.20926	
Resíduo	12	5.722150	0.4768459			

Coeficiente de Variação = 24.412

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.9521214E-02	0.3173738E-02	1.305	0.31814	
Linear	R ² =0.56	1	0.5356497E-02	0.5356497E-02	2.202	0.16364
Quadrat.	R ² =0.98	1	0.3932009E-02	0.3932009E-02	1.616	0.22771
Cúbico	R ² =1.00	1	0.2327078E-03	0.2327078E-03	0.096	*****
BL	4	0.1677594E-01	0.4193986E-02	1.724	0.20925	
Resíduo	12	0.2919440E-01	0.2432866E-02			

Coeficiente de Variação = 24.412

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.1433007	0.4776692E-01	1.030	0.41405	
Linear	R ² =0.63	1	0.9016703E-01	0.9016703E-01	1.944	0.18850
Quadrat.	R ² =0.86	1	0.3306584E-01	0.3306584E-01	0.713	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.2006788E-01	0.2006788E-01	0.433	*****
BL	4	0.5887692E-01	0.1471923E-01	0.317	*****	
Resíduo	12	0.5565390	0.4637825E-01			

Coeficiente de Variação = 17.460

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE PRE II

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.209024	0.4030081	0.760	*****
Linear	R ² =0.61 1	0.7389981	0.7389981	1.394	0.26053
Quadrat.	R ² =0.98 1	0.4484513	0.4484513	0.846	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.2157471E-01	0.2157471E-01	0.041	*****
BL	4	9.186755	2.296689	4.334	0.02130
Resíduo	12	6.359389	0.5299491		
Coeficiente de Variação =		9.086			

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	2.061792	0.6872639	0.290	*****
Linear	R ² =0.13 1	0.2773778	0.2773778	0.117	*****
Quadrat.	R ² =0.15 1	0.4201389E-01	0.4201389E-01	0.018	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	1.742400	1.742400	0.736	*****
BL	4	21.59144	5.397859	2.279	0.12089
Resíduo	12	28.41706	2.368089		
Coeficiente de Variação =		9.772			

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.282408	0.4274695	0.336	*****
Linear	R ² =0.01 1	0.1024481E-01	0.1024481E-01	0.008	*****
Quadrat.	R ² =0.53 1	0.6639975	0.6639975	0.522	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.6081660	0.6081660	0.478	*****
BL	4	6.272584	1.568146	1.233	0.34807
Resíduo	12	15.25791	1.271492		
Coeficiente de Variação =		10.854			

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.6547044E-02	0.2182348E-02	0.336	*****
Linear	R ² =0.01 1	0.5216623E-04	0.5216623E-04	0.008	*****
Quadrat.	R ² =0.53 1	0.3389602E-02	0.3389602E-02	0.522	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.3105276E-02	0.3105276E-02	0.479	*****
BL	4	0.3200191E-01	0.8000477E-02	1.233	0.34809
Resíduo	12	0.7784754E-01	0.6487295E-02		

Coefficiente de Variação = 10.854

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.703019	0.5676731	0.635	*****
Linear	R ² =0.07 1	0.1108779	0.1108779	0.124	*****
Quadrat.	R ² =0.19 1	0.2159388	0.2159388	0.241	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	1.376203	1.376203	1.538	0.23855
BL	4	3.155198	0.7887994	0.882	*****
Resíduo	12	10.73432	0.8945263		

Coefficiente de Variação = 12.227

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.8658955E-02	0.2886318E-02	0.633	*****
Linear	R ² =0.07 1	0.5636667E-03	0.5636667E-03	0.124	*****
Quadrat.	R ² =0.19 1	0.1095376E-02	0.1095376E-02	0.240	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.6999912E-02	0.6999912E-02	1.534	0.23920
BL	4	0.1610536E-01	0.4026341E-02	0.882	*****
Resíduo	12	0.5475964E-01	0.4563303E-02		

Coefficiente de Variação = 12.226

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.2450376E-01	0.8167921E-02	0.762	*****	
Linear	R ² =0.25	1	0.6113275E-02	0.6113275E-02	0.570	*****
Quadrat.	R ² =0.25	1	0.1311245E-04	0.1311245E-04	0.001	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1837737E-01	0.1837737E-01	1.714	0.21500
BL	4	0.8299856E-02	0.2074964E-02	0.194	*****	
Resíduo	12	0.1286692	0.1072243E-01			
Coeficiente de Variação = 7.674						

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE TOTAL (PRE I e PRE

II)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.2004973	0.6683242E-01	3.160	0.06423	
Linear	R ² =0.14	1	0.2721950E-01	0.2721950E-01	1.287	0.27876
Quadrat.	R ² =0.35	1	0.4335357E-01	0.4335357E-01	2.050	0.17775
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1299242	0.1299242	6.143	0.02904
BL	4	6.059566	1.514892	71.629	0.00000	
Resíduo	12	0.2537914	0.2114928E-01			
Coeficiente de Variação = 2.806						

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	2.061792	0.6872639	0.290	*****	
Linear	R ² =0.13	1	0.2773778	0.2773778	0.117	*****
Quadrat.	R ² =0.15	1	0.4201389E-01	0.4201389E-01	0.018	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	1.742400	1.742400	0.736	*****
BL	4	21.59144	5.397859	2.279	0.12089	
Resíduo	12	28.41706	2.368089			
Coeficiente de Variação = 9.772						

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.820730	0.6069099	0.359	*****
Linear	R ² =0.21 1	0.3881082	0.3881082	0.229	*****
Quadrat.	R ² =0.38 1	0.3071481	0.3071481	0.182	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	1.125473	1.125473	0.665	*****
BL	4	16.33038	4.082594	2.414	0.10641
Resíduo	12	20.29572	1.691310		
Coeficiente de Variação =		9.462			

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.2317519E-02	0.7725062E-03	0.358	*****
Linear	R ² =0.21 1	0.4958310E-03	0.4958310E-03	0.230	*****
Quadrat.	R ² =0.38 1	0.3901915E-03	0.3901915E-03	0.181	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1431496E-02	0.1431496E-02	0.664	*****
BL	4	0.2083245E-01	0.5208112E-02	2.414	0.10635
Resíduo	12	0.2588455E-01	0.2157046E-02		
Coeficiente de Variação =		9.462			

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	1.570093	0.5233644	0.232	*****
Linear	R ² =0.30 1	0.4782414	0.4782414	0.212	*****
Quadrat.	R ² =0.41 1	0.1705397	0.1705397	0.076	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.9213120	0.9213120	0.409	*****
BL	4	11.85442	2.963605	1.315	0.31928
Resíduo	12	27.03412	2.252843		
Coeficiente de Variação =		14.208			

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----						
TRA			3	0.2000421E-02	0.6668070E-03	0.232 *****
Linear	R ² =0.31		1	0.6112373E-03	0.6112373E-03	0.213 *****
Quadrat.	R ² =0.42		1	0.2191772E-03	0.2191772E-03	0.076 *****
Cúbico	R ² =1.00		1	0.1170006E-02	0.1170006E-02	0.407 *****
BL			4	0.1512303E-01	0.3780758E-02	1.316 0.31917
Resíduo			12	0.3447974E-01	0.2873312E-02	
Coeficiente de Variação =				14.207		

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA			3	0.2093935E-01	0.6979783E-02	0.500 *****
Linear	R ² =0.59		1	0.1233108E-01	0.1233108E-01	0.884 *****
Quadrat.	R ² =1.00		1	0.8598969E-02	0.8598969E-02	0.616 *****
Cúbico	R ² =1.00		1	0.9296334E-05	0.9296334E-05	0.001 *****
BL			4	0.2248881E-01	0.5622203E-02	0.403 *****
Resíduo			12	0.1674318	0.1395265E-01	
Coeficiente de Variação =				9.147		

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGLUT® NA FASE PRE I

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA			3	0.1132039	0.3773463E-01	1.343 0.30685
Linear	R ² =0.69		1	0.7786890E-01	0.7786890E-01	2.771 0.12189
Quadrat.	R ² =0.98		1	0.3289957E-01	0.3289957E-01	1.171 0.30055
Cúbico	R ² =1.00		1	0.2435422E-02	0.2435422E-02	0.087 *****
BLOQ			4	6.196591	1.549148	55.118 0.00000
Resíduo			12	0.3372727	0.2810606E-01	
Coeficiente de Variação =				3.227		

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA			3	4.583441	1.527814	5.347 0.01432
Linear	R ² =0.81		1	3.692675	3.692675	12.924 0.00368
Quadrat.	R ² =0.92		1	0.5122134	0.5122134	1.793 0.20542
Cúbico	R ² =1.00		1	0.3785531	0.3785531	1.325 0.27215

BLOQ		4	7.884834	1.971209	6.899	0.00402
Resíduo		12	3.428790	0.2857325		

Coeficiente de Variação = 6.373

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA		3	2.901562	0.9671874	8.826	0.00231
Linear	R ² =0.57	1	1.653539	1.653539	15.090	0.00217
Quadrat.	R ² =0.69	1	0.3386069	0.3386069	3.090	0.10423
Cúbico	R ² =1.00	1	0.9094165	0.9094165	8.299	0.01381
BLOQ		4	2.406586	0.6016466	5.490	0.00950
Resíduo		12	1.314966	0.1095805		

Coeficiente de Variação = 8.890

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA		3	0.1480031E-01	0.4933436E-02	8.822	0.00231
Linear	R ² =0.57	1	0.8432487E-02	0.8432487E-02	15.080	0.00218
Quadrat.	R ² =0.69	1	0.1728914E-02	0.1728914E-02	3.092	0.10414
Cúbico	R ² =1.00	1	0.4638907E-02	0.4638907E-02	8.296	0.01383
BLOQ		4	0.1227714E-01	0.3069286E-02	5.489	0.00951
Resíduo		12	0.6710370E-02	0.5591975E-03		

Coeficiente de Variação =8.891

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA		3	5.570208	1.856736	6.568	0.00708
Linear	R ² =0.87	1	4.843007	4.843007	17.133	0.00137
Quadrat.	R ² =0.92	1	0.2854855	0.2854855	1.010	0.33475
Cúbico	R ² =1.00	1	0.4417153	0.4417153	1.563	0.23511
BLOQ		4	1.450297	0.3625743	1.283	0.33048
Resíduo		12	3.392078	0.2826732		

Coeficiente de Variação = 16.654

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA		3	0.2838228E-01	0.9460760E-02	6.556	0.00713
Linear	R ² =0.87	1	0.2466882E-01	0.2466882E-01	17.094	0.00138
Quadrat.	R ² =0.92	1	0.1463883E-02	0.1463883E-02	1.014	0.33373
Cúbico	R ² =1.00	1	0.2249582E-02	0.2249582E-02	1.559	0.23565
BLOQ		4	0.7388824E-02	0.1847206E-02	1.280	0.33139
Resíduo		12	0.1731731E-01	0.1443109E-02		

Coeficiente de Variação = 16.660

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.2225257	0.7417524E-01	4.931	0.01857	
Linear	R ² =0.94	1	0.2086540	0.2086540	13.870	0.00290
Quadrat.	R ² =0.99	1	0.1134274E-01	0.1134274E-01	0.754	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.2528988E-02	0.2528988E-02	0.168	*****
BLOQ		4	0.1457502E-01	0.3643756E-02	0.242	*****
Resíduo		12	0.1805231	0.1504359E-01		
Coeficiente de Variação = 10.271						

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINO GUT® NA FASE PRE II

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	4.583441	1.527814	5.347	0.01432	
Linear	R ² =0.81	1	3.692675	3.692675	12.924	0.00368
Quadrat.	R ² =0.92	1	0.5122134	0.5122134	1.793	0.20542
Cúbico	R ² =1.00	1	0.3785531	0.3785531	1.325	0.27215
BLOQ		4	7.884834	1.971209	6.899	0.00402
Resíduo		12	3.428790	0.2857325		
Coeficiente de Variação = 6.373						

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	10.39070	3.463568	7.009	0.00560	
Linear	R ² =0.70	1	7.302245	7.302245	14.777	0.00234
Quadrat.	R ² =0.98	1	2.924595	2.924595	5.918	0.03158
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1638630	0.1638630	0.332	*****
BLOQ		4	16.36430	4.091075	8.279	0.00191
Resíduo		12	5.930030	0.4941692		
Coeficiente de Variação = 4.244						

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	2.998846	0.9996153	2.609	0.09973	
Linear	R ² =0.19	1	0.5786391	0.5786391	1.510	0.24268
Quadrat.	R ² =0.45	1	0.7815081	0.7815081	2.040	0.17876
Cúbico	R ² =1.00	1	1.638699	1.638699	4.277	0.06091
BLOQ		4	6.963414	1.740853	4.543	0.01826
Resíduo		12	4.598067	0.3831722		
Coeficiente de Variação = 5.619						

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----						
TRA			3	0.1529539E-01	0.5098463E-02	2.606 0.09993
Linear	R ² =0.19		1	0.2945259E-02	0.2945259E-02	1.506 0.24334
Quadrat.	R ² =0.45		1	0.3993340E-02	0.3993340E-02	2.041 0.17858
Cúbico	R ² =1.00		1	0.8356789E-02	0.8356789E-02	4.272 0.06103
BLOQ			4	0.3551357E-01	0.8878392E-02	4.539 0.01832
Resíduo			12	0.2347361E-01	0.1956135E-02	
Coeficiente de Variação =				5.621		

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA			3	2.638863	0.8796210	3.388 0.05396
Linear	R ² =0.23		1	0.6093884	0.6093884	2.347 0.15142
Quadrat.	R ² =0.61		1	0.9889387	0.9889387	3.810 0.07470
Cúbico	R ² =1.00		1	1.040536	1.040536	4.008 0.06841
BLOQ			4	3.934400	0.9835999	3.789 0.03238
Resíduo			12	3.115133	0.2595944	
Coeficiente de Variação =				6.231		

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA			3	0.1345809E-01	0.4486031E-02	3.391 0.05385
Linear	R ² =0.23		1	0.3123479E-02	0.3123479E-02	2.361 0.15033
Quadrat.	R ² =0.61		1	0.5032000E-02	0.5032000E-02	3.804 0.07489
Cúbico	R ² =1.00		1	0.5302614E-02	0.5302614E-02	4.008 0.06840
BLOQ			4	0.2009283E-01	0.5023209E-02	3.797 0.03217
Resíduo			12	0.1587430E-01	0.1322858E-02	
Coeficiente de Variação =				6.227		

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA			3	0.1037875	0.3459583E-01	3.090 0.06782
Linear	R ² =0.01		1	0.8974498E-03	0.8974498E-03	0.080 *****
Quadrat.	R ² =0.03		1	0.1845318E-02	0.1845318E-02	0.165 *****
Cúbico	R ² =1.00		1	0.1010447	0.1010447	9.025 0.01099
BLOQ			4	0.5422678E-01	0.1355669E-01	1.211 0.35641
Resíduo			12	0.1343573	0.1119644E-01	
Coeficiente de Variação =				7.818		

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGLUT ® NA FASE TOTAL (PRE I e PRE II

)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.1132039	0.3773463E-01	1.343	0.30685	
Linear	R ² =0.69	1	0.7786890E-01	0.7786890E-01	2.771	0.12189
Quadrat.	R ² =0.98	1	0.3289957E-01	0.3289957E-01	1.171	0.30055
Cúbico	R ² =1.00	1	0.2435422E-02	0.2435422E-02	0.087	*****
BLOQ	4	6.196591	1.549148	55.118	0.00000	
Resíduo	12	0.3372727	0.2810606E-01			

Coefficiente de Variação = 3.227

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	10.39070	3.463568	7.009	0.00560	
Linear	R ² =0.70	1	7.302245	7.302245	14.777	0.00234
Quadrat.	R ² =0.98	1	2.924595	2.924595	5.918	0.03158
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1638630	0.1638630	0.332	*****
BLOQ	4	16.36430	4.091075	8.279	0.00191	
Resíduo	12	5.930030	0.4941692			

Coefficiente de Variação = 4.244

CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	11.32709	3.775697	4.621	0.02269	
Linear	R ² =0.37	1	4.188503	4.188503	5.126	0.04290
Quadrat.	R ² =0.56	1	2.148948	2.148948	2.630	0.13083
Cúbico	R ² =1.00	1	4.989639	4.989639	6.107	0.02944
BLOQ	4	15.63652	3.909129	4.784	0.01536	
Resíduo	12	9.805193	0.8170994			

Coefficiente de Variação = 6.132

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRA	3	0.1444262E-01	0.4814207E-02	4.617	0.02274	
Linear	R ² =0.37	1	0.5336216E-02	0.5336216E-02	5.118	0.04304
Quadrat.	R ² =0.56	1	0.2744350E-02	0.2744350E-02	2.632	0.13070
Cúbico	R ² =1.00	1	0.6362056E-02	0.6362056E-02	6.101	0.02949
BLOQ	4	0.1993849E-01	0.4984624E-02	4.780	0.01540	
Resíduo	12	0.1251268E-01	0.1042723E-02			

Coefficiente de Variação = 6.134

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	11.35171	3.783903	7.774	0.00379
Linear	R ² =0.78 1	8.888249	8.888249	18.261	0.00108
Quadrat.	R ² =0.99 1	2.337115	2.337115	4.802	0.04890
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1263447	0.1263447	0.260	*****
BLOQ	4	10.07518	2.518796	5.175	0.01172
Resíduo	12	5.840740	0.4867284		

Coefficiente de Variação = 6.137

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.1447922E-01	0.4826407E-02	7.774	0.00379
Linear	R ² =0.78 1	0.1133705E-01	0.1133705E-01	18.261	0.00108
Quadrat.	R ² =0.99 1	0.2981013E-02	0.2981013E-02	4.802	0.04890
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1611540E-03	0.1611540E-03	0.260	*****
BLOQ	4	0.1285100E-01	0.3212750E-02	5.175	0.01172
Resíduo	12	0.7449924E-02	0.6208270E-03		

Coefficiente de Variação = 6.137

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRA	3	0.9870073E-01	0.3290024E-01	7.711	0.00391
Linear	R ² =0.60 1	0.5922994E-01	0.5922994E-01	13.883	0.00290
Quadrat.	R ² =0.66 1	0.5584534E-02	0.5584534E-02	1.309	0.27490
Cúbico	R ² =1.00 1	0.3388626E-01	0.3388626E-01	7.942	0.01552
BLOQ	4	0.8880719E-02	0.2220180E-02	0.520	*****
Resíduo	12	0.5119786E-01	0.4266489E-02		

Coefficiente de Variação = 5.128

ANOVA DOS NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA FASE PRE I NO

EXPERIMENTO PARA HISTOLOGIA(18 a 25 DIAS DE IDADE)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3010000E-01	0.1003333E-01	0.097	*****
Linear	R ² =0.12 1	0.3630000E-02	0.3630000E-02	0.035	*****
Quadrat.	R ² =0.65 1	0.1601667E-01	0.1601667E-01	0.155	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1045333E-01	0.1045333E-01	0.101	*****
BLOQ	5	16.41063	3.282127	31.701	0.00000
Resíduo	15	1.553000	0.1035333		
Coeficiente de Variação =		6.096			

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	2.172839	0.7242797	1.420	0.27607
Linear	R ² =0.70 1	1.530924	1.530924	3.001	0.10372
Quadrat.	R ² =0.95 1	0.5322282	0.5322282	1.043	0.32326
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1096865	0.1096865	0.215	*****
BLOQ	5	17.91775	3.583550	7.024	0.00145
Resíduo	15	7.652345	0.5101564		
Coeficiente de Variação =		11.283			

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3694978	0.1231659	0.894	*****
Linear	R ² =0.87 1	0.3217816	0.3217816	2.336	0.14723
Quadrat.	R ² =0.95 1	0.3096017E-01	0.3096017E-01	0.225	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1675603E-01	0.1675603E-01	0.122	*****
BLOQ	5	0.9794028	0.1958806	1.422	0.27256
Resíduo	15	2.066307	0.1377538		
Coeficiente de Variação =		28.298			

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	0.7524204E-02	0.2508068E-02	0.892	*****	
Linear	R ² =0.87	1	0.6554297E-02	0.6554297E-02	2.332	0.14753
Quadrat.	R ² =0.95	1	0.6289116E-03	0.6289116E-03	0.224	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.3409959E-03	0.3409959E-03	0.121	*****
BLOQ	5	0.2000310E-01	0.4000620E-02	1.424	0.27204	
Resíduo	15	0.4215437E-01	0.2810291E-02			
Coeficiente de Variação = 28.295						

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	1.801466	0.6004886	1.696	0.21045	
Linear	R ² =0.77	1	1.385460	1.385460	3.914	0.06655
Quadrat.	R ² =0.97	1	0.3635882	0.3635882	1.027	0.32689
Cúbico	R ² =1.00	1	0.5241720E-01	0.5241720E-01	0.148	*****
BLOQ	5	1.647120	0.3294240	0.931	*****	
Resíduo	15	5.309504	0.3539669			
Coeficiente de Variação = 56.545						

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	0.3678299E-01	0.1226100E-01	1.697	0.21038	
Linear	R ² =0.77	1	0.2829268E-01	0.2829268E-01	3.915	0.06651
Quadrat.	R ² =0.97	1	0.7421674E-02	0.7421674E-02	1.027	0.32691
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1068630E-02	0.1068630E-02	0.148	*****
BLOQ	5	0.3360857E-01	0.6721713E-02	0.930	*****	
Resíduo	15	0.1083882	0.7225882E-02			
Coeficiente de Variação = 56.553						

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	1.502128	0.5007093	1.084	0.38607	
Linear	R ² =0.88	1	1.316226	1.316226	2.849	0.11214
Quadrat.	R ² =0.88	1	0.4354844E-04	0.4354844E-04	0.000	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1858579	0.1858579	0.402	*****
BLOQ	5	1.259286	0.2518571	0.545	*****	
Resíduo	15	6.931119	0.4620746			
Coeficiente de Variação = 44.338						

ALTURA DA VILOSIDADE DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----						
TRAT			3	31488.28	10496.09	4.313 0.02213
Linear	R ² =0.79		1	24768.57	24768.57	10.177 0.00609
Quadrat.	R ² =0.97		1	5626.810	5626.810	2.312 0.14917
Cúbico	R ² =1.00		1	1092.896	1092.896	0.449 *****
BLOQ			5	19810.89	3962.179	1.628 0.21282
Resíduo			15	36505.21	2433.681	

Coeficiente de Variação = 15.659

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT			3	24704.38	8234.793 13.423 0.00016
Linear	R ² =0.68		1	16806.46	16806.46 27.396 0.00010
Quadrat.	R ² =1.00		1	7850.518	7850.518 12.797 0.00275
Cúbico	R ² =1.00		1	47.40251	47.40251 0.077 *****
BLOQ			5	3655.103	731.0206 1.192 0.35936
Resíduo			15	9201.923	613.4615

Coeficiente de Variação = 12.343

RELACÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT			3	0.2514793	0.8382645E-01 1.184 0.34922
Linear	R ² =0.80		1	0.2007151	0.2007151 2.834 0.11296
Quadrat.	R ² =0.87		1	0.1691657E-01	0.1691657E-01 0.239 *****
Cúbico	R ² =1.00		1	0.3384764E-01	0.3384764E-01 0.478 *****
BLOQ			5	1.050618	0.2101236 2.967 0.04663
Resíduo			15	1.062266	0.7081774E-01

Coeficiente de Variação =13.903

ALTURA DA VILOSIDADE DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT			3	3398.152	1132.717 0.433 *****

Linear	R ² =0.70	1	2389.095	2389.095	0.914	*****
Quadrat.	R ² =0.90	1	662.0671	662.0671	0.253	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	346.9896	346.9896	0.133	*****
BLOQ		5	24005.00	4801.000	1.837	0.16606
Resíduo		15	39211.09	2614.073		

Coefficiente de Variação = 15.525

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	653.3011	217.7670	0.273	*****	
Linear	R ² =0.99	1	648.2179	648.2179	0.812	*****
Quadrat.	R ² =0.99	1	0.9737103E-04	0.9737103E-04	0.000	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	5.083009	5.083009	0.006	*****
BLOQ		5	4307.558	861.5117	1.080	0.41060
Resíduo		15	11970.73	798.0487		

Coefficiente de Variação = 14.833

RELAÇÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	0.5549795	0.1849932	0.879	*****	
Linear	R ² =0.60	1	0.3329386	0.3329386	1.581	0.22781
Quadrat.	R ² =0.87	1	0.1476303	0.1476303	0.701	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.7441057E-01	0.7441057E-01	0.353	*****
BLOQ		5	1.032248	0.2064497	0.980	*****
Resíduo		15	3.158382	0.2105588		

Coefficiente de Variação = 23.189

ALTURA DA VILOSIDADE DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	3128.541	1042.847	0.439	*****	
Linear	R ² =0.07	1	225.5524	225.5524	0.095	*****
Quadrat.	R ² =0.75	1	2131.430	2131.430	0.897	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	771.5578	771.5578	0.325	*****
BLOQ		5	15956.65	3191.329	1.343	0.29974
Resíduo		15	35646.65	2376.444		

Coefficiente de Variação =18.987

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.	
1 -----						
TRAT	3	2162.241	720.7471	1.842	0.18287	
Linear	R ² =0.32	1	701.9838	701.9838	1.794	0.20038

Quadrat. R ² =0.98	1	1407.826	1407.826	3.598	0.07728
Cúbico R ² =1.00	1	52.43127	52.43127	0.134	*****
BLOQ	5	2410.692	482.1384	1.232	0.34234
Resíduo	15	5869.344	391.2896		

Coeficiente de Variação = 10.754

RELACÃO VILOSIDADE:CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.6508300	0.2169433	2.342	0.11439
Linear R ² =0.19	1	0.1241633	0.1241633	1.340	0.26506
Quadrat. R ² =0.85	1	0.4285044	0.4285044	4.626	0.04820
Cúbico R ² =1.00	1	0.9816230E-01	0.9816230E-01	1.060	0.31959
BLOQ	5	0.2625687	0.5251373E-01	0.567	*****
Resíduo	15	1.389415	0.9262764E-01		

Coeficiente de Variação = 19.272

PESO DO FIGADO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.3358667E-02	0.1119556E-02	2.343	0.11430
Linear R ² =0.88	1	0.2960133E-02	0.2960133E-02	6.195	0.02505
Quadrat. R ² =0.89	1	0.2400000E-04	0.2400000E-04	0.050	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.3745333E-03	0.3745333E-03	0.784	*****
BLOQ	5	0.5560833E-02	0.1112167E-02	2.327	0.09401
Resíduo	15	0.7167833E-02	0.4778556E-03		

Coeficiente de Variação = 13.116

PESO DO PULMÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.2968333E-03	0.9894444E-04	0.675	*****
Linear R ² =0.65	1	0.1925333E-03	0.1925333E-03	1.313	0.26987
Quadrat. R ² =0.95	1	0.8816667E-04	0.8816667E-04	0.601	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.1613333E-04	0.1613333E-04	0.110	*****
BLOQ	5	0.2588833E-02	0.5177667E-03	3.530	0.02618
Resíduo	15	0.2200167E-02	0.1466778E-03		

Coeficiente de Variação =15.510

PESO DO RINS

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1511250E-03	0.5037500E-04	2.047	0.15047
Linear R ² =0.95	1	0.1430083E-03	0.1430083E-03	5.811	0.02921
Quadrat. R ² =0.96	1	0.2041667E-05	0.2041667E-05	0.083	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.6075000E-05	0.6075000E-05	0.247	*****
BLOQ	5	0.4037083E-03	0.8074167E-04	3.281	0.03364

Resíduo 15 0.3691250E-03 0.2460833E-04

Coefficiente de Variação = 14.396

PESO DO CORAÇÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1531250E-03	0.5104167E-04	1.021	0.41097
Linear	R ² =0.82 1	0.1260750E-03	0.1260750E-03	2.523	0.13307
Quadrat.	R ² =0.99 1	0.2604167E-04	0.2604167E-04	0.521	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1008333E-05	0.1008333E-05	0.020	*****
BLOQ	5	0.8172083E-03	0.1634417E-03	3.270	0.03400
Resíduo	15	0.7496250E-03	0.4997500E-04		

Coefficiente de Variação = 23.402

PESO DO BAÇO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.4445833E-04	0.1481944E-04	2.345	0.11408
Linear	R ² =0.10 1	0.4408333E-05	0.4408333E-05	0.698	*****
Quadrat.	R ² =1.00 1	0.4004167E-04	0.4004167E-04	6.336	0.02369
Cúbico	R ² =1.00 1	0.8333333E-08	0.8333333E-08	0.001	*****
BLOQ	5	0.6370833E-04	0.1274167E-04	2.016	0.13446
Resíduo	15	0.9479167E-04	0.6319444E-05		

Coefficiente de Variação = 24.426

PESO DO ESTOMAGO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.9745833E-04	0.3248611E-04	0.401	*****
Linear	R ² =0.26 1	0.2520833E-04	0.2520833E-04	0.311	*****
Quadrat.	R ² =0.38 1	0.1204167E-04	0.1204167E-04	0.149	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.6020833E-04	0.6020833E-04	0.743	*****
BLOQ	5	0.5792083E-03	0.1158417E-03	1.429	0.27038
Resíduo	15	0.1216292E-02	0.8108611E-04		

Coefficiente de Variação =17.905

PESO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.6183167E-02	0.2061056E-02	2.127	0.13958
Linear	R ² =0.06 1	0.3960333E-03	0.3960333E-03	0.409	*****
Quadrat.	R ² =0.47 1	0.2521500E-02	0.2521500E-02	2.602	0.12755
Cúbico	R ² =1.00 1	0.3265633E-02	0.3265633E-02	3.370	0.08629
BLOQ	5	0.8788333E-02	0.1757667E-02	1.814	0.17056
Resíduo	15	0.1453433E-01	0.9689556E-03		

Coefficiente de Variação = 13.056

COMPRIMENTO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.4557253	0.1519084	0.163	*****
Linear	R ² =0.83 1	0.3799125	0.3799125	0.408	*****
Quadrat.	R ² =0.83 1	0.1066667E-04	0.1066667E-04	0.000	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.7580213E-01	0.7580213E-01	0.081	*****
BLOQ	5	4.090640	0.8181280	0.878	*****
Resíduo	15	13.97595	0.9317298		

Coeficiente de Variação = 10.087

ANOVA DOS NIVEIS DE AMINOGUT® NA FASE PRE I NO

EXPERIMENTO PARA HISTOLOGIA (18 a 25 DIAS DE IDADE)

PESO MEDIO INICIAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.199312	0.3997708	1.810	0.18863
Linear	R ² =0.50 1	0.5950208	0.5950208	2.694	0.12155
Quadrat.	R ² =0.89 1	0.4676042	0.4676042	2.117	0.16630
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1366875	0.1366875	0.619	*****
BLOQ	5	11.43384	2.286767	10.352	0.00019
Resíduo	15	3.313513	0.2209008		

Coeficiente de Variação = 9.473

PESO MEDIO FINAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.080404	0.3601347	0.872	*****
Linear	R ² =0.14 1	0.1493191	0.1493191	0.362	*****
Quadrat.	R ² =0.14 1	0.6902042E-02	0.6902042E-02	0.017	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.9241830	0.9241830	2.239	0.15535
BLOQ	5	21.45069	4.290139	10.392	0.00019
Resíduo	15	6.192694	0.4128462		

Coeficiente de Variação = 10.220

CONSUMO ALIMENTO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.081827	0.3606091	4.265	0.02294
Linear	R ² =0.41 1	0.4474965	0.4474965	5.293	0.03618
Quadrat.	R ² =0.73 1	0.3446407	0.3446407	4.076	0.06173
Cúbico	R ² =1.00 1	0.2896901	0.2896901	3.426	0.08395
BLOQ	5	1.188076	0.2376152	2.810	0.05511
Resíduo	15	1.268187	0.8454578E-01		
Coeficiente de Variação = 18.973					

CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.2208362E-01	0.7361206E-02	4.265	0.02294
Linear	R ² =0.41 1	0.9142555E-02	0.9142555E-02	5.298	0.03611
Quadrat.	R ² =0.73 1	0.7053061E-02	0.7053061E-02	4.087	0.06143
Cúbico	R ² =1.00 1	0.5888003E-02	0.5888003E-02	3.412	0.08455
BLOQ	5	0.2424109E-01	0.4848218E-02	2.809	0.05518
Resíduo	15	0.2588683E-01	0.1725789E-02		
Coeficiente de Variação = 18.973					

GANHO DE PESO TOTAL

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	2.016256	0.6720853	3.283	0.05017
Linear	R ² =0.61 1	1.228770	1.228770	6.003	0.02704
Quadrat.	R ² =0.73 1	0.2406004	0.2406004	1.175	0.29542
Cúbico	R ² =1.00 1	0.5468850	0.5468850	2.672	0.12296
BLOQ	5	2.874458	0.57448916	2.808	0.05523
Resíduo	15	3.070532	0.2047021		
Coeficiente de Variação = 34.717					

GANHO DE PESO DIARIO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.4115820E-01	0.1371940E-01	3.284	0.05015
Linear	R ² =0.61 1	0.2507612E-01	0.2507612E-01	6.002	0.02705
Quadrat.	R ² =0.73 1	0.4916753E-02	0.4916753E-02	1.177	0.29512
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1116533E-01	0.1116533E-01	2.673	0.12290
BLOQ	5	0.5866115E-01	0.1173223E-01	2.808	0.05525
Resíduo	15	0.6266745E-01	0.4177830E-02		
Coeficiente de Variação = 34.718					

CONVERSÃO ALIMENTICIA

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	1.992986	0.6643286	2.138	0.13816
Linear	R ² =0.75 1	1.492358	1.492358	4.803	0.04461
Quadrat.	R ² =0.91 1	0.3113303	0.3113303	1.002	0.33271
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1892972	0.1892972	0.609	*****
BLOQ	5	2.105103	0.4210206	1.355	0.29542
Resíduo	15	4.660763	0.3107175		
Coeficiente de Variação = 39.897					

ALTURA DA VILOSIDADE DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	31816.09	10605.36	2.962	0.06592
Linear	R ² =0.87 1	27606.57	27606.57	7.710	0.01411
Quadrat.	R ² =0.97 1	3356.937	3356.937	0.937	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	852.5837	852.5837	0.238	*****
BLOQ	5	47733.42	9546.685	2.666	0.06447
Resíduo	15	53712.36	3580.824		
Coeficiente de Variação = 14.685					

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	31781.48	10593.83	11.208	0.00041
Linear	R ² =0.64 1	20355.63	20355.63	21.536	0.00032
Quadrat.	R ² =0.91 1	8489.361	8489.361	8.981	0.00903
Cúbico	R ² =1.00 1	2936.485	2936.485	3.107	0.09833
BLOQ	5	5883.732	1176.746	1.245	0.33714
Resíduo	15	14178.12	945.2080		
Coeficiente de Variação = 16.009					

RELACÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO DUODENO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	13.01304	4.337680	8.668	0.00141
Linear	R ² =0.90 1	11.70894	11.70894	23.398	0.00022

Quadrat. R ² =0.94	1	0.4637209	0.4637209	0.927	*****
Cúbico R ² =1.00	1	0.8403760	0.8403760	1.679	0.21460
BLOQ	5	4.659516	0.9319032	1.862	0.16110
Resíduo	15	7.506340	0.5004226		

Coefficiente de Variação = 24.050

ALTURA DA VILOSIDADE DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	6415.092	2138.364	0.487	*****
Linear R ² =0.11	1	701.3446	701.3446	0.160	*****
Quadrat. R ² =0.32	1	1363.550	1363.550	0.311	*****
Cúbico R ² =1.00	1	4350.197	4350.197	0.991	*****
BLOQ	5	34689.66	6937.933	1.580	0.22540
Resíduo	15	65861.69	4390.780		

Coefficiente de Variação = 19.212

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO JEJUNO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	3507.244	1169.081	2.873	0.07120
Linear R ² =0.36	1	1270.846	1270.846	3.123	0.09753
Quadrat. R ² =0.66	1	1035.262	1035.262	2.544	0.13156
Cúbico R ² =1.00	1	1201.137	1201.137	2.952	0.10636
BLOQ	5	349.4678	69.89356	0.172	*****
Resíduo	15	6104.159	406.9440		

Coefficiente de Variação = 11.403

RELAÇÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO JEJUNO

VJ CJ

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	3.452646	1.150882	4.534	0.01875
Linear R ² =0.35	1	1.209707	1.209707	4.766	0.04534
Quadrat. R ² =0.56	1	0.7387853	0.7387853	2.911	0.10862
Cúbico R ² =1.00	1	1.504154	1.504154	5.926	0.02789
BLOQ	5	2.012475	0.4024951	1.586	0.22390
Resíduo	15	3.807442	0.2538295		

Coefficiente de Variação = 22.183

ALTURA DA VILOSIDADE DO ILEO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
--------------------	------	------------------	----------------	---	---------

1 -----

TRAT		3	48632.05	16210.68	9.383	0.00098
Linear	R ² =0.96	1	46506.36	46506.36	26.920	0.00011
Quadrat.	R ² =0.96	1	36.02466	36.02466	0.021	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	2089.662	2089.662	1.210	0.28875
BLOQ		5	15246.41	3049.281	1.765	0.18075
Resíduo		15	25913.67	1727.578		

Coeficiente de Variação = 13.622

PROFUNDIDADE DA CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----						
TRAT		3	597.1294	199.0431	0.836	*****
Linear	R ² =0.02	1	9.944369	9.944369	0.042	*****
Quadrat.	R ² =0.55	1	318.8894	318.8894	1.340	0.26516
Cúbico	R ² =1.00	1	268.2957	268.2957	1.127	0.30515
BLOQ		5	3076.648	615.3296	2.585	0.07044
Resíduo		15	3570.001	238.0000		

Coeficiente de Variação = 7.851

RELACÃO VILOSIDADE : CRIPTA DO ILEO

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----						
TRAT		3	1.797676	0.5992253	13.824	0.00014
Linear	R ² =0.96	1	1.716997	1.716997	39.610	0.00001
Quadrat.	R ² =0.98	1	0.4322023E-01	0.4322023E-01	0.997	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.3745821E-01	0.3745821E-01	0.864	*****
BLOQ		5	0.4916310	0.9832619E-01	2.268	0.10054
Resíduo		15	0.6502216	0.4334811E-01		

Coeficiente de Variação = 11.970

PESO DO FIGADO

Fontes de Variação		G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----						
TRAT		3	0.2160792E-02	0.7202639E-03	1.399	0.28191
Linear	R ² =0.08	1	0.1656750E-03	0.1656750E-03	0.322	*****
Quadrat.	R ² =0.23	1	0.3300417E-03	0.3300417E-03	0.641	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1665075E-02	0.1665075E-02	3.233	0.09231
BLOQ		5	0.1757321E-01	0.3514642E-02	6.825	0.00166
Resíduo		15	0.7724958E-02	0.5149972E-03		

Coefficiente de Variação = 14.012

PESO DO PULMÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1590000E-03	0.5300000E-04	0.462	*****
Linear	R ² =0.37 1	0.5880000E-04	0.5880000E-04	0.512	*****
Quadrat.	R ² =0.45 1	0.1350000E-04	0.1350000E-04	0.118	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.8670000E-04	0.8670000E-04	0.755	*****
BLOQ	5	0.3406833E-02	0.6813667E-03	5.937	0.00320
Resíduo	15	0.1721500E-02	0.1147667E-03		

Coefficiente de Variação = 14.221

PESO DO RINS

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1235000E-03	0.4116667E-04	3.127	0.05725
Linear	R ² =0.16 1	0.1920000E-04	0.1920000E-04	1.458	0.24591
Quadrat.	R ² =0.24 1	0.1066667E-04	0.1066667E-04	0.810	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.9363333E-04	0.9363333E-04	7.111	0.01759
BLOQ	5	0.7968333E-03	0.1593667E-03	12.104	0.00008
Resíduo	15	0.1975000E-03	0.1316667E-04		

Coefficiente de Variação = 10.859

PESO DO CORAÇÃO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.2356667E-03	0.7855556E-04	1.479	0.26042
Linear	R ² =0.06 1	0.1470000E-04	0.1470000E-04	0.277	*****
Quadrat.	R ² =0.27 1	0.4816667E-04	0.4816667E-04	0.907	*****
Cúbico	R ² =1.00 1	0.1728000E-03	0.1728000E-03	3.253	0.09142
BLOQ	5	0.7388333E-03	0.1477667E-03	2.782	0.05685
Resíduo	15	0.7968333E-03	0.5312222E-04		

Coefficiente de Variação = 24.568

PESO DO BAÇO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.5345833E-04	0.1781944E-04	2.269	0.12232
Linear	R ² =0.13	1	0.7008333E-05	0.892	*****
Quadrat.	R ² =0.17	1	0.2041667E-05	0.260	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.4440833E-04	5.655	0.03113
BLOQ	5	0.6370833E-04	0.1274167E-04	1.623	0.21423
Resíduo	15	0.1177917E-03	0.7852778E-05		

Coefficiente de Variação =23.272

PESO DO ESTOMAGO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1810000E-03	0.6033333E-04	1.805	0.18956
Linear	R ² =0.11	1	0.1920000E-04	0.574	*****
Quadrat.	R ² =0.59	1	0.8816667E-04	2.637	0.12522
Cúbico	R ² =1.00	1	0.7363333E-04	2.202	0.15851
BLOQ	5	0.9395000E-03	0.1879000E-03	5.620	0.00410
Resíduo	15	0.5015000E-03	0.3343333E-04		

Coefficiente de Variação = 11.800

PESO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	0.1742458E-02	0.5808194E-03	0.353	*****
Linear	R ² =0.26	1	0.4602083E-03	0.280	*****
Quadrat.	R ² =0.90	1	0.1107042E-02	0.673	*****
Cúbico	R ² =1.00	1	0.1752083E-03	0.107	*****
BLOQ	5	0.1867571E-01	0.3735142E-02	2.272	0.10011
Resíduo	15	0.2465879E-01	0.1643919E-02		

COMPRIMENTO DO INTESTINO

Fontes de Variação	G.L.	Soma de Quadrado	Quadrado Médio	F	Signif.
1 -----					
TRAT	3	3.481658	1.160553	1.447	0.26869
Linear	R ² =0.27	1	0.9388083	1.171	0.29637
Quadrat.	R ² =0.57	1	1.055881	1.317	0.26918
Cúbico	R ² =1.00	1	1.486968	1.854	0.19341
BLOQ	5	9.775471	1.955094	2.438	0.08301
Resíduo	15	12.02982	0.8019880		

Coefficiente de Variação = 9.812

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITÕES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 32 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	7,972	3,749	0,268	2,987	0,213	1,255
1	2	4,446	6,835	3,083	0,220	2,389	0,171	1,290
1	3	5,603	8,098	3,183	0,227	2,495	0,178	1,276
1	4	5,045	6,615	2,530	0,181	1,570	0,112	1,611
1	5	6,139	8,430	3,018	0,216	2,292	0,164	1,317
MEDIA		5,243	7,590	3,113	0,222	2,346	0,168	1,350

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,946	8,305	3,991	0,285	3,359	0,240	1,188
2	2	4,503	6,285	3,035	0,217	1,782	0,127	1,703
2	3	5,795	8,110	3,167	0,226	2,315	0,165	1,368
2	4	4,936	8,115	3,482	0,249	3,179	0,227	1,095
2	5	6,128	9,785	3,554	0,254	3,658	0,261	0,972
MEDIA		5,262	8,120	3,446	0,246	2,859	0,204	1,265

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,781	8,540	4,216	0,301	3,759	0,269	1,121
3	2	4,518	8,845	3,577	0,256	4,327	0,309	0,827
3	3	5,021	8,204	3,382	0,242	3,191	0,228	1,120
3	4	4,743	6,480	2,479	0,177	1,737	0,124	1,427
3	5	6,008	8,950	3,254	0,232	2,943	0,210	1,106
MEDIA		5,014	8,204	3,382	0,242	3,191	0,228	1,120

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,981	8,660	4,124	0,295	3,679	0,263	1,121
4	2	4,555	7,560	3,580	0,256	3,005	0,215	1,191
4	3	5,654	9,065	4,173	0,298	3,411	0,244	1,223
4	4	4,866	7,050	2,488	0,178	2,184	0,156	1,139
4	5	6,027	8,340	3,044	0,217	2,313	0,165	1,316
MEDIA		5,217	8,135	3,482	0,249	2,918	0,208	1,198

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITÕES NA FASE PRÉ II INICIAL (32 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	7,972	15,533	10,759	0,769	7,562	0,540	1,423
1	2	6,835	14,325	10,820	0,773	7,490	0,535	1,445
1	3	8,098	16,950	11,095	0,792	8,853	0,632	1,253
1	4	6,615	13,875	9,181	0,656	7,260	0,519	1,265
1	5	8,430	16,375	10,459	0,747	7,945	0,568	1,316
MEDIA		7,590	15,412	10,463	0,747	7,822	0,559	1,340

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	8,305	17,133	10,615	0,758	8,828	0,631	1,202
2	2	6,285	13,075	8,448	0,603	6,790	0,485	1,244
2	3	8,110	16,100	10,994	0,785	7,990	0,571	1,376
2	4	8,115	16,100	10,155	0,725	7,985	0,570	1,272
2	5	9,785	18,275	11,942	0,853	8,490	0,606	1,407
MEDIA		8,120	16,137	10,430	0,745	8,017	0,573	1,300

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	8,540	15,650	9,874	0,705	7,110	0,508	1,389
3	2	8,845	17,850	12,259	0,876	9,005	0,643	1,361
3	3	8,204	15,450	9,983	0,713	7,246	0,518	1,397
3	4	6,480	11,400	7,742	0,553	4,920	0,351	1,573
3	5	8,950	16,900	10,056	0,718	7,950	0,568	1,265
MEDIA		8,204	15,450	9,983	0,713	7,246	0,518	1,397

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	8,660	17,283	11,533	0,824	8,623	0,616	1,337
4	2	7,560	15,225	11,472	0,819	7,665	0,548	1,497
4	3	9,065	16,400	9,904	0,707	7,335	0,524	1,350
4	4	7,050	14,800	10,057	0,718	7,750	0,554	1,298
4	5	8,340	16,250	10,431	0,745	7,910	0,565	1,319
MEDIA		8,135	15,992	10,679	0,763	7,857	0,561	1,360

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITÕES NA
FASE PRE INICIAL TOTAL (18 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS
DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	15,533	14,508	0,518	10,549	0,377	1,339
1	2	4,446	14,325	13,903	0,497	9,879	0,353	1,368
1	3	5,603	16,950	14,278	0,510	11,347	0,405	1,265
1	4	5,045	13,875	11,711	0,418	8,830	0,315	1,438
1	5	6,139	16,375	13,477	0,481	10,237	0,366	1,317
MEDIA		5,243	15,412	13,575	0,485	10,168	0,363	1,345

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,946	17,133	14,606	0,522	12,187	0,435	1,195
2	2	4,503	13,075	11,483	0,410	8,572	0,306	1,474
2	3	5,795	16,100	14,161	0,506	10,305	0,368	1,372
2	4	4,936	16,100	13,637	0,487	11,164	0,399	1,184
2	5	6,128	18,275	15,496	0,553	12,148	0,434	1,189
MEDIA		5,262	16,137	13,876	0,496	10,875	0,388	1,283

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,781	15,650	14,090	0,503	10,869	0,388	1,255
3	2	4,518	17,850	15,836	0,566	13,332	0,476	1,094
3	3	5,012	15,450	13,365	0,478	10,437	0,373	1,259
3	4	4,743	11,400	10,221	0,365	6,657	0,238	1,500
3	5	6,008	16,900	13,310	0,475	10,893	0,389	1,185
MEDIA		5,012	15,450	13,364	0,477	10,438	0,373	1,259

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,981	17,283	15,657	0,559	12,303	0,439	1,229
4	2	4,555	15,225	15,052	0,538	10,670	0,381	1,344
4	3	5,654	16,400	14,077	0,503	10,746	0,384	1,287
4	4	4,866	14,800	12,545	0,448	9,934	0,355	1,218
4	5	6,027	16,250	13,475	0,481	10,223	0,365	1,317
MEDIA		5,217	15,992	14,161	0,506	10,775	0,385	1,279

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITÕES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 32 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE AMINOGUT®NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	7,972	3,749	0,268	2,987	0,213	1,255
1	2	4,446	6,835	3,083	0,220	2,389	0,171	1,290
1	3	5,603	8,098	3,183	0,227	2,495	0,178	1,276
1	4	5,045	6,615	2,530	0,181	1,570	0,112	1,611
1	5	6,139	8,430	3,018	0,216	2,292	0,164	1,317
MEDIA		5,243	7,590	3,113	0,222	2,346	0,168	1,350

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,814	8,737	4,634	0,331	3,923	0,280	1,181
2	2	4,853	7,450	3,579	0,256	2,597	0,186	1,378
2	3	5,635	9,380	4,506	0,322	3,745	0,268	1,203
2	4	4,848	7,440	3,283	0,235	2,592	0,185	1,267
2	5	6,095	9,695	4,055	0,290	3,600	0,257	1,126
MEDIA		5,249	8,540	4,011	0,287	3,291	0,235	1,231

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,810	8,830	4,552	0,325	4,020	0,287	1,132
3	2	4,590	7,380	3,050	0,218	2,790	0,199	1,093
3	3	5,761	9,190	3,664	0,262	3,429	0,245	1,069
3	4	4,768	8,138	3,538	0,253	3,370	0,241	1,050
3	5	6,185	9,240	3,678	0,263	3,055	0,218	1,204
MEDIA		5,223	8,556	3,696	0,264	3,333	0,238	1,110

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,749	8,093	4,216	0,301	3,345	0,239	1,261
4	2	4,562	9,330	4,503	0,322	4,768	0,341	0,944
4	3	5,066	8,866	4,075	0,291	3,800	0,271	1,086
4	4	4,843	8,370	3,604	0,257	3,527	0,252	1,022
4	5	6,111	9,670	3,976	0,284	3,559	0,254	1,117
MEDIA		5,066	8,866	4,075	0,291	3,800	0,271	1,086

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITOEES NA
 FASE PRÉ II INICIAL (32 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE
 AMINOGUT®NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	7,972	15,533	10,759	0,769	7,562	0,540	1,423
1	2	6,835	14,325	10,820	0,773	7,490	0,535	1,445
1	3	8,098	16,950	11,095	0,792	8,853	0,632	1,253
1	4	6,615	13,875	9,181	0,656	7,260	0,519	1,265
1	5	8,430	16,375	10,459	0,747	7,945	0,568	1,316
MEDIA		7,590	15,412	10,463	0,747	7,822	0,559	1,340

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	8,737	18,000	12,178	0,870	9,263	0,662	1,315
2	2	7,450	15,075	11,038	0,788	7,625	0,545	1,448
2	3	9,380	17,025	11,886	0,849	7,645	0,546	1,555
2	4	7,440	15,125	10,254	0,732	7,685	0,549	1,334
2	5	9,695	17,550	12,256	0,875	7,855	0,561	1,560
MEDIA		8,540	16,555	11,522	0,823	8,015	0,572	1,442

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	8,830	18,567	11,583	0,827	9,737	0,695	1,190
3	2	7,380	16,175	9,760	0,697	8,795	0,628	1,110
3	3	9,190	18,575	11,749	0,839	9,385	0,670	1,252
3	4	8,138	15,825	9,919	0,709	7,688	0,549	1,290
3	5	9,240	17,550	11,521	0,823	8,310	0,594	1,386
MEDIA		8,556	17,338	10,906	0,779	8,783	0,627	1,246

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	8,093	16,933	10,850	0,775	8,840	0,631	1,227
4	2	9,330	17,325	12,360	0,883	7,995	0,571	1,546
4	3	8,866	16,952	11,175	0,798	8,086	0,578	1,386
4	4	8,370	16,075	10,178	0,727	7,705	0,550	1,321
4	5	9,670	17,475	11,313	0,808	7,805	0,558	1,449
MEDIA		8,866	16,952	11,175	0,798	8,086	0,578	1,386

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITOEES NA
 FASE TOTAL (18 a 46DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE
 AMINOGUT®NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	4,985	15,533	14,508	0,518	10,549	0,377	1,339
1	2	4,446	14,325	13,903	0,497	9,879	0,353	1,368
1	3	5,603	16,950	14,278	0,510	11,347	0,405	1,265
1	4	5,045	13,875	11,711	0,418	8,830	0,315	1,438
1	5	6,139	16,375	13,477	0,481	10,237	0,366	1,317
MEDIA		5,243	15,412	13,575	0,485	10,168	0,363	1,345

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	4,814	18,000	16,812	0,600	13,186	0,471	1,248
2	2	4,853	15,075	14,617	0,522	10,222	0,365	1,413
2	3	5,635	17,025	16,392	0,585	11,390	0,407	1,379
2	4	4,848	15,125	13,537	0,483	10,277	0,367	1,300
2	5	6,095	17,550	16,311	0,583	11,455	0,409	1,343
MEDIA		5,249	16,555	15,534	0,555	11,306	0,404	1,337

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,810	18,567	16,135	0,576	13,757	0,491	1,161
3	2	4,590	16,175	12,810	0,457	11,585	0,414	1,101
3	3	5,761	18,575	15,413	0,550	12,814	0,458	1,160
3	4	4,768	15,825	13,457	0,481	11,057	0,395	1,170
3	5	6,185	17,550	15,199	0,543	11,365	0,406	1,295
MEDIA		5,223	17,338	14,603	0,522	12,116	0,433	1,178

TRATAMENTO		PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	4,749	16,933	15,066	0,538	12,185	0,435	1,244
4	2	4,562	17,325	16,863	0,602	12,763	0,456	1,245
4	3	5,066	16,952	15,250	0,545	11,886	0,425	1,236
4	4	4,843	16,075	13,782	0,492	11,232	0,401	1,171
4	5	6,111	17,475	15,289	0,546	11,364	0,406	1,283
MEDIA		5,066	16,952	15,250	0,545	11,886	0,424	1,236

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO (kg), DE LEITÕES NA

FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-
GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	6,580	6,900	0,946	0,135	0,320	0,046	2,956
1	2	4,990	5,710	1,174	0,168	0,720	0,103	1,631
1	3	4,930	6,160	1,376	0,197	1,230	0,176	1,119
1	4	6,560	8,240	1,690	0,241	1,680	0,240	1,006
1	5	4,320	5,100	1,040	0,149	0,780	0,111	1,333
1	6	4,290	4,552	0,856	0,122	0,262	0,037	3,267
MEDIA		5,278	6,110	1,180	0,169	0,832	0,119	1,885

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	6,480	7,550	1,680	0,240	1,070	0,153	1,570
2	2	5,400	5,940	0,844	0,121	0,540	0,077	1,563
2	3	4,830	6,350	1,426	0,204	1,520	0,217	0,938
2	4	6,340	6,870	0,914	0,131	0,530	0,076	1,725
2	5	4,400	5,170	1,642	0,235	0,770	0,110	2,132
2	6	4,200	5,076	1,050	0,150	0,876	0,125	1,199
MEDIA		5,275	6,159	1,259	0,180	0,884	0,126	1,521

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	6,420	7,300	1,206	0,172	0,880	0,126	1,370
3	2	5,400	6,000	0,884	0,126	0,600	0,086	1,473
3	3	4,730	5,270	1,288	0,184	0,540	0,077	2,385
3	4	6,280	7,640	1,276	0,182	1,360	0,194	0,938
3	5	4,420	6,365	2,020	0,289	1,945	0,278	1,039
3	6	4,130	4,648	1,078	0,154	0,518	0,074	2,081
MEDIA		5,230	6,204	1,292	0,185	0,974	0,139	1,548

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	6,410	8,725	2,412	0,345	2,315	0,331	1,042
4	2	5,550	6,380	1,040	0,149	0,830	0,119	1,253
4	3	4,400	7,020	1,536	0,219	2,620	0,374	0,586
4	4	5,850	6,550	1,324	0,189	0,700	0,100	1,891
4	5	4,440	5,568	1,262	0,180	1,128	0,161	1,119
4	6	5,330	6,848	1,514	0,216	1,518	0,217	1,178
MEDIA		5,330	6,849	1,515	0,216	1,519	0,217	1,178

MEDIA DA ALTURA DAS VILOSIDADES (μm), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (μm) E RELACAO

VILO: CRIPTA DO DUODENO, JEJUNO E ILEO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO EM

LEITÕES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES

NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd: Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
1	1	359,5	303,4	1,4	393,5	161,9	2,6	305,0	182,4	1,8
1	2	317,0	259,0	1,4	236,7	159,0	1,6	179,1	177,3	1,2
1	3	347,2	249,4	1,7	410,7	192,2	2,2	280,7	233,0	1,3
1	4	473,4	277,3	2,1	350,6	193,5	2,1	304,0	223,7	1,5
1	5	344,3	211,8	1,9	351,6	171,5	2,3	177,6	188,2	1,0
1	6	417,5	228,4	2,1	291,9	221,5	1,4	197,7	192,5	1,1
MEDIA		376,5	254,9	1,8	339,2	183,3	2,0	240,7	199,5	1,3

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd: Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
2	1	278,8	202,2	1,6	236,8	236,6	1,3	353,3	192,5	2,0
2	2	362,3	206,6	2,0	337,3	138,0	2,8	309,3	158,6	2,1
2	3	273,7	141,8	2,2	413,6	160,5	3,0	241,7	203,6	1,3
2	4	312,7	201,4	1,7	309,1	163,5	2,2	206,0	177,2	1,3
2	5	307,8	220,3	1,8	370,6	228,8	1,9	226,2	164,6	1,5
2	6	295,1	182,9	1,8	336,2	205,2	1,8	298,0	163,7	2,3
MEDIA		305,0	192,5	1,8	333,9	188,7	2,2	272,4	176,7	1,8

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd: Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
3	1	221,8	197,0	1,4	264,5	180,3	1,6	224,4	160,1	1,5
3	2	252,1	167,9	1,7	306,5	192,2	1,7	212,8	159,0	1,5
3	3	272,2	153,2	2,3	296,5	150,0	2,2	268,0	159,7	1,9
3	4	252,1	140,6	2,0	360,8	189,7	2,1	303,7	181,0	1,9
3	5	370,9	188,0	2,3	376,4	229,8	1,7	288,0	203,3	1,7
3	6	397,4	189,1	2,5	406,7	211,0	2,2	262,8	192,0	1,5
MEDIA		294,4	172,6	2,0	335,2	192,2	1,9	259,9	175,8	1,7

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
4	1	261,6	191,8	1,7	257,7	221,9	1,2	314,2	212,2	1,7
4	2	256,6	154,8	1,9	287,0	196,6	1,5	179,8	158,2	1,5
4	3	241,3	184,8	1,7	335,1	205,1	2,0	254,6	162,7	1,8
4	4	307,1	185,1	2,4	284,3	197,2	1,6	279,5	199,5	1,5
4	5	354,7	196,6	2,3	381,0	167,4	2,4	241,7	186,0	1,4
4	6	284,2	182,6	2,0	309,0	197,6	1,8	254,0	183,7	1,6
MEDIA		284,2	182,6	2,0	309,0	197,6	1,8	254,0	183,7	1,6

MEDIA DO PESO DOS ORGAOS DIGESTORIOS E COMPRIMENTO DO INTESTINO POR

TRATAMENTO E POR REPETICAO EM LEITÕES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE

IDADE) EM LEITÕES ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE L-GLUTAMINA NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
1	1	0,149	0,086	0,034	0,015	0,039	0,044	0,227	9,370
1	2	0,172	0,093	0,027	0,009	0,026	0,056	0,246	10,370
1	3	0,160	0,082	0,031	0,008	0,028	0,055	0,262	10,500
1	4	0,180	0,090	0,046	0,018	0,040	0,058	0,286	10,200
1	5	0,127	0,051	0,024	0,007	0,000	0,038	0,209	8,670
1	6	0,118	0,053	0,022	0,009	0,023	0,034	0,198	9,170
MEDIA		0,151	0,076	0,031	0,011	0,026	0,048	0,238	9,713

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
2	1	0,174	0,086	0,044	0,012	0,038	0,068	0,279	9,890
2	2	0,182	0,080	0,034	0,010	0,030	0,050	0,172	8,400
2	3	0,176	0,076	0,037	0,007	0,028	0,064	0,240	10,450
2	4	0,167	0,080	0,035	0,009	0,038	0,047	0,229	10,320
2	5	0,156	0,059	0,027	0,008	0,025	0,040	0,296	10,000
2	6	0,141	0,075	0,029	0,007	0,024	0,047	0,236	9,140
MEDIA		0,166	0,076	0,034	0,009	0,031	0,053	0,242	9,700

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
3	1	0,170	0,082	0,037	0,011	0,039	0,048	0,258	11,520
3	2	0,168	0,086	0,033	0,006	0,027	0,051	0,205	10,230
3	3	0,166	0,059	0,033	0,009	0,025	0,042	0,192	8,250
3	4	0,191	0,095	0,045	0,011	0,040	0,057	0,215	9,730
3	5	0,169	0,080	0,037	0,011	0,034	0,060	0,235	8,980
3	6	0,128	0,056	0,026	0,007	0,027	0,038	0,181	7,910
MEDIA		0,165	0,076	0,035	0,009	0,032	0,049	0,214	9,437

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
4	1	0,250	0,115	0,039	0,014	0,038	0,063	0,312	9,770
4	2	0,165	0,073	0,037	0,010	0,035	0,046	0,222	10,260
4	3	0,193	0,080	0,040	0,014	0,035	0,058	0,262	10,000

4	4	0,167	0,086	0,036	0,010	0,028	0,050	0,256	8,040
4	5	0,147	0,067	0,036	0,013	0,026	0,041	0,245	9,060
4	6	0,184	0,084	0,038	0,012	0,032	0,052	0,259	9,426
MEDIA		0,184	0,084	0,038	0,012	0,032	0,052	0,259	9,426

VALORES DE DESEMPENHO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO (kg), DE LEITÕES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE AMINOGUT® NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
1	1	6,58	6,90	0,95	0,14	0,32	0,05	2,96
1	2	4,99	5,71	1,17	0,17	0,72	0,10	1,63
1	3	4,93	6,16	1,38	0,20	1,23	0,18	1,12
1	4	6,56	8,24	1,69	0,24	1,68	0,24	1,01
1	5	4,32	5,10	1,04	0,15	0,78	0,11	1,33
1	6	4,29	4,55	0,86	0,12	0,26	0,04	3,27
MEDIA		5,28	6,11	1,18	0,17	0,83	0,12	1,89

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
2	1	6,12	7,80	1,86	0,27	1,68	0,24	1,11
2	2	5,46	7,19	2,22	0,32	1,73	0,25	1,28
2	3	4,31	5,00	1,43	0,20	0,69	0,10	2,07
2	4	5,51	7,84	2,11	0,30	2,33	0,33	0,90
2	5	4,48	6,19	1,63	0,23	1,71	0,24	0,95
2	6	4,08	4,97	1,19	0,17	0,89	0,13	1,34
MEDIA		4,99	6,50	1,74	0,25	1,50	0,21	1,28

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
3	1	4,47	6,04	1,57	0,22	1,30	0,19	1,29
3	2	5,48	6,45	1,51	0,22	0,97	0,14	1,56
3	3	4,05	5,96	1,73	0,25	1,91	0,27	0,91
3	4	5,48	6,85	1,45	0,21	1,37	0,20	1,06
3	5	4,47	6,04	1,57	0,22	1,30	0,19	1,29
3	6	3,95	4,91	1,57	0,22	0,96	0,14	1,64
MEDIA		4,65	6,04	1,57	0,22	1,30	0,19	1,29

TRATAMENTO	REP	PMI	PMF	CAT	CAD	GPT	GPD	CA
4	1	5,68	7,61	2,02	0,29	1,93	0,28	1,05
4	2	5,92	7,06	1,89	0,27	1,14	0,16	1,67
4	3	4,00	4,80	1,17	0,17	0,80	0,11	1,46
4	4	5,37	7,71	2,27	0,32	2,34	0,33	0,97
4	5	4,65	6,77	1,37	0,20	2,12	0,30	0,64
4	6	3,92	5,04	1,15	0,16	1,12	0,16	1,03
MEDIA		4,92	6,50	1,65	0,24	1,57	0,22	1,14

MEDIA DA ALTURA DAS VILOSIDADES (μm), PROFUNDIDADE DAS CRIPTAS (μm) E RELACAO

VILO: CRIPTA DO DUODENO, JEJUNO E ILEO POR TRATAMENTO E POR REPETICAO EM

LEITÕES NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) ALIMENTADOS COM DIFERENTES

NIVEIS DE AMINOGUT[®] NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
1	1	359,5	303,4	1,4	393,5	161,9	2,6	305,0	182,4	1,8
1	2	317,0	259,0	1,4	236,7	159,0	1,6	179,1	177,3	1,2
1	3	347,2	249,4	1,7	410,7	192,2	2,2	280,7	233,0	1,3
1	4	473,4	277,3	2,1	350,6	193,5	2,1	304,0	223,7	1,5
1	5	344,3	211,8	1,9	351,6	171,5	2,3	177,6	188,2	1,0
1	6	417,5	228,4	2,1	291,9	221,5	1,4	197,7	192,5	1,1
MEDIA		376,5	254,9	1,8	339,2	183,3	2,0	240,7	199,5	1,3

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
2	1	316,1	119,2	3,8	315,1	171,6	2,2	298,6	161,8	2,0
2	2	336,9	152,7	2,7	291,3	192,1	1,8	314,3	190,1	1,9
2	3	340,4	245,1	1,7	268,8	196,3	1,4	313,9	221,0	1,7
2	4	464,9	197,1	3,3	407,9	155,0	3,4	327,2	208,5	1,7
2	5	454,9	153,3	3,7	429,7	191,9	2,5	276,8	214,8	1,4
2	6	321,9	161,3	2,9	405,3	156,7	2,8	264,4	189,6	1,6
MEDIA		372,5	171,4	3,0	353,0	177,2	2,3	299,2	197,6	1,7

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
3	1	418,8	175,1	3,1	321,7	189,7	1,9	313,5	188,1	1,9
3	2	408,2	173,4	2,9	288,5	216,3	1,5	317,9	201,6	1,8
3	3	373,0	163,3	2,9	328,1	181,7	1,9	355,0	190,2	2,0
3	4	448,3	200,4	3,0	314,7	176,6	1,9	250,7	182,4	1,7

3	5	418,8	175,1	3,1	321,7	189,7	1,9	313,5	188,1	1,9
3	6	445,8	163,2	3,7	355,6	184,3	2,1	330,5	178,2	1,9
MEDIA		418,8	175,1	3,1	321,7	189,7	1,9	313,5	188,1	1,8

TRATAMENTO	REP	VD	CD	Vd:Cd	VJ	CJ	Vj:CJ	VI	CI	Vi:CI
4	1	580,6	181,1	4,7	451,9	162,9	3,8	376,0	197,5	2,2
4	2	386,9	124,2	4,2	292,3	147,1	2,4	331,5	209,8	1,7
4	3	345,2	195,2	2,3	419,0	154,3	3,1	374,1	206,9	2,1
4	4	549,0	169,5	3,9	427,9	168,6	3,2	449,7	224,1	2,2
4	5	364,7	190,5	2,4	414,3	173,4	2,7	299,1	185,4	1,8
4	6	546,4	140,7	5,4	188,9	138,3	1,9	372,3	181,0	2,4
MEDIA		462,1	166,8	3,8	365,7	157,4	2,9	367,1	200,8	2,1

MEDIA DO PESO DOS ORGAOS DIGESTORIOS E COMPRIMENTO DO INTESTINO POR TRATAMENTO EPOR REPETICAO EM LEITOE NA FASE PRÉ I INICIAL (18 a 25 DIAS DE IDADE) EM LEITOE ALIMENTADOS COM DIFERENTES NIVEIS DE AMINOGUT® NA DIETA.

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
1	1	0,15	0,09	0,03	0,02	0,04	0,04	0,23	9,37
1	2	0,17	0,09	0,03	0,01	0,03	0,06	0,25	10,37
1	3	0,16	0,08	0,03	0,01	0,03	0,06	0,26	10,50
1	4	0,18	0,09	0,05	0,02	0,04	0,06	0,29	10,20
1	5	0,13	0,05	0,02	0,01	0,00	0,04	0,21	8,67
1	6	0,12	0,05	0,02	0,01	0,02	0,03	0,20	9,17
MEDIA		0,15	0,08	0,03	0,01	0,03	0,05	0,24	9,71

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
2	1	0,24	0,10	0,04	0,01	0,04	0,06	0,29	10,27
2	2	0,19	0,09	0,04	0,01	0,04	0,05	0,26	8,82
2	3	0,13	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,60
2	4	0,23	0,10	0,05	0,02	0,04	0,07	0,25	8,91
2	5	0,15	0,08	0,04	0,02	0,03	0,05	0,23	8,25
2	6	0,12	0,06	0,03	0,01	0,02	0,04	0,14	6,18
MEDIA		0,18	0,08	0,04	0,01	0,03	0,05	0,23	8,67

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
3	1	0,16	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16
3	2	0,16	0,08	0,03	0,01	0,03	0,05	0,29	10,31
3	3	0,17	0,06	0,03	0,01	0,03	0,05	0,22	8,92
3	4	0,17	0,09	0,04	0,01	0,03	0,06	0,20	9,32
3	5	0,16	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16
3	6	0,13	0,06	0,03	0,01	0,03	0,04	0,21	8,10
MEDIA		0,16	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16

TRATAMENTO	REP	FIGADO	PULMAO	RINS	BACO	CORACAO	ESTOMAGO	INTESTINO	COM INTEST
4	1	0,18	0,10	0,04	0,02	0,04	0,05	0,29	9,03
4	2	0,20	0,08	0,03	0,01	0,03	0,05	0,32	10,84
4	3	0,13	0,07	0,03	0,01	0,03	0,04	0,14	7,27
4	4	0,22	0,07	0,05	0,02	0,04	0,05	0,28	8,91
4	5	0,15	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,23	9,16
4	6	0,11	0,05	0,03	0,01	0,02	0,04	0,25	8,55
MEDIA		0,17	0,07	0,03	0,01	0,03	0,05	0,25	8,96