

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

GIOVANA NEVES URBANÉK

**GLUTAMINA PARA LEITÕES NAS FASES INICIAIS DE CRESCIMENTO: META
ANÁLISE**

CAMPO GRANDE – MATO GROSSO DO SUL

2026

GIOVANA NEVES URBANÉK

**GLUTAMINA PARA LEITÕES NAS FASES INICIAIS DE CRESCIMENTO: META
ANÁLISE**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul, como parte das
exigências para obtenção do título de
bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Doutor Charles Kiefer

CAMPO GRANDE - MATO GROSSO DO SUL

2026

GIOVANA NEVES URBANÉK

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 07/05/2026, e aprovado pela
Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **CHARLES KIEFER**
Data: 14/05/2026 15:12:48-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Charles Kiefer
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **ANA GABRIELI DOS SANTOS FAGUNDES EUZEBI**
Data: 14/05/2026 15:19:07-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

MSc. Ana Gabrieli dos Santos Fagundes Euzébio
Membro da Banca

Documento assinado digitalmente
 **MARIA VITORIA E SILVA SOUSA**
Data: 15/05/2026 12:08:08-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

MSc. Maria Vitória e Silva Sousa
Membro da Banca

Glutamina para leitões nas fases iniciais de crescimento: meta-análise

Resumo

Realizou-se este estudo com o objetivo de analisar níveis de glutamina em dietas de leitões, seus efeitos na morfologia, na microbiota e no desempenho na fase pós-desmame, por meio de uma meta-análise. Para elaboração do estudo foi criado um banco de dados a partir da seleção e coleta de artigos científicos indexados e publicados entre os anos de 2015 a 2025. As buscas foram realizadas na plataforma Google Scholar, Scielo, PubMed, Web of Science e Science Direct, utilizando as palavras chaves “glutamine” combinada com “weaned” e “piglets”. Para a escolha dos artigos o critério primário definido foi: artigos que abordam sobre leitões, pós-desmame e glutamina. Os critérios secundários de elegibilidade definidos foram: a) estudos in vivo; b) estudos compostos por no mínimo duas dietas (dieta sem glutamina e dieta contendo glutamina); c) estudos de desempenho; e d) estudos conduzidos entre 18 e 35 dias. Foram realizadas avaliações semanais do primeiro dia pós-desmame até o 35º dia pós-desmame. No banco de dados dos artigos utilizados a suplementação de glutamina variou de 0 a 1,0%. A suplementação de glutamina melhora o consumo, ganho e conversão alimentar dos leitões na primeira, segunda e terceira semana pós-desmame. Na quarta semana a glutamina melhora o ganho e a conversão alimentar. A glutamina aumenta a altura de vilosidade e melhora a relação vilosidade:cripta no jejuno e íleo. Assim, recomenda-se o nível de 0,47 a 0,67% de glutamina na dieta de leitões do primeiro aos 28 dias pós-desmame.

Palavras-chave: aditivos, aminoácido não essencial, desmama, nutrição

Abstract

This study was conducted to analyze glutamine levels in piglet diets and their effects on morphology, microbiota, and performance in the post-weaning phase through a meta-analysis. To prepare the study, a database was created from the selection and collection of scientific articles indexed and published between 2015 and 2025. Searches were performed on the Google Scholar, Scielo, PubMed, Web of Science, and Science Direct platforms, using the keywords “glutamine” combined with ‘weaned’ and “piglets.” The primary criterion for selecting articles was: articles addressing piglets, post-weaning, and glutamine. The secondary eligibility criteria defined were: a) in vivo studies; b) studies comprising at least two diets (glutamine-free diet and glutamine-containing diet); c) performance studies; and d) studies conducted between 18 and 35 days. Weekly evaluations were performed from the first day after weaning until the 35th day after weaning. In the database of articles used, glutamine supplementation ranged from 0 to 1.0%. Glutamine supplementation improves feed intake, gain, and conversion in piglets in the first, second, and third weeks after weaning. In the fourth week, glutamine improves feed intake and conversion. Glutamine increases villus height and improves the villus:crypt ratio in the jejunum and ileum. A glutamine level of 0.47 to 0.67% is recommended in the diet of piglets from the first to the 28th day after weaning.

Keywords: additives, non-essential amino acid, weaning, nutrition.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Desempenho de leitões alimentados com dietas contendo glutamina nas fases iniciais de crescimento	13
Tabela 2. Efeito da suplementação de glutamina nas dietas de leitões nas fases iniciais de crescimento nas microvilosidades	15
Tabela 3. Equações de regressão em função dos níveis de suplementação de glutamina nas dietas de leitões nas fases iniciais de crescimento	17

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Material e Métodos	9
3. Resultados e Discussão	12
4. Conclusão	18
5. Referências Bibliográficas	18

1. Introdução

Os leitões em fase de desmame têm seu trato gastrointestinal prejudicado pelo estresse durante esse período devido a transição de dietas, interrupção do leite materno, mudança de ambientes, podendo resultar em diarreias (Pluske et al., 1997; Summers et al., 2019), prejudicando o desempenho nas fases seguintes. Essas mudanças geram perturbação da saúde e estabilidade intestinal, afetando a digestão e absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, causam piora da eficiência alimentar dos animais (Gresse et al., 2017).

Tem sido observada diminuição da altura das vilosidades e aumento de cripta, uma vez que os leitões recém-desmamados não são capazes de digerir e absorver totalmente os nutrientes de origem vegetal (Pluske et al., 1997). O metabolismo dos aminoácidos pode alterar o funcionamento da microbiota do intestino (Heianza et al., 2019; Chalvon-Demersay et al., 2021). Em certos momentos da vida, alguns aminoácidos não essenciais podem se tornar condicionalmente essenciais dependendo da sua utilização pelo organismo (Wu, 2009), auxiliando no desempenho e produção.

Para leitões recém desmamados, um desses aminoácidos condicionalmente essenciais é a glutamina (Wu et al., 2014; Wang et al., 2015). A glutamina é o aminoácido mais abundante no leite das porcas (Wu & Knabe, 1994), dessa forma quando ocorre o desmame, sua carência pode resultar na atrofia de vilosidades (Kim & Kim, 2017), redução da absorção, desregulação da barreira intestinal e desenvolvimento de doenças, o que pode ser minimizado pela suplementação de glutamina na dieta (Ji et al., 2019).

Estudos científicos realizados previamente identificaram melhora na saúde da microbiota intestinal e no ganho de peso de leitões desmamados com a

suplementação de glutamina (Wang et al., 2015). A glutamina pode ser usada como fonte de energia pelos enterócitos, bem como nutriente metabólico para as células imunológicas (Newsholme et al., 1999) e pelo fornecimento de substratos para a síntese de ácidos nucleicos e nucleotídeos (Cruzat et al., 2018).

Existem diversos estudos sobre a suplementação de glutamina em diferentes níveis e também em conjunto com outros nutrientes na dieta de leitões em fase pós-desmame. Esse assunto é relevante para o sucesso do sistema de produção na suinocultura, uma vez que o desempenho adequado na fase pós-desmame dos leitões afeta no seu desempenho de crescimento e consequentemente no produto final da cadeia de produção. Portanto, realizou-se este estudo com o objetivo de analisar níveis de glutamina em dietas de leitões, seus efeitos na morfologia, microbiota e no desempenho na fase pós-desmame, por meio de uma meta-análise.

2. Material e Métodos

Para elaborar o estudo foi criado um banco de dados a partir da seleção e coleta de artigos científicos indexados publicados em revistas nacionais e internacionais. As buscas foram realizadas nas plataformas: *Google Scholar*, *Scielo*, *PubMed*, *Web of Science* e *Science Direct*, de artigos publicados a partir do ano de 2015. O fluxograma PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) foi utilizado para seleção dos artigos.

Foram determinados critérios definidos para a elegibilidade dos artigos, os primários sendo artigos que abordam sobre leitões, pós-desmame e glutamina. Os critérios secundários de elegibilidade definidos foram: a) estudos in vivo; b) estudos compostos por no mínimo duas dietas (dieta formulada sem glutamina e dieta

formulada contendo glutamina, entre 0 e 1%); c) estudos de desempenho e d) estudos conduzidos entre 18 e 35 dias (Figura 1).

Foram selecionados artigos que continham informações sobre o número de tratamentos utilizados e seus respectivos níveis de inclusão, idade dos leitões ao início do período experimental, ocorrência de diarreia, duração do experimento, também tinham de incluir informações sobre níveis de proteína bruta, energia metabolizável e lisina presentes na dieta experimental. Além disso, era necessário incluir as variáveis de interesse: ganho de peso diário (GPD); consumo de ração diário (CRD); conversão alimentar (CA); peso inicial e peso final.

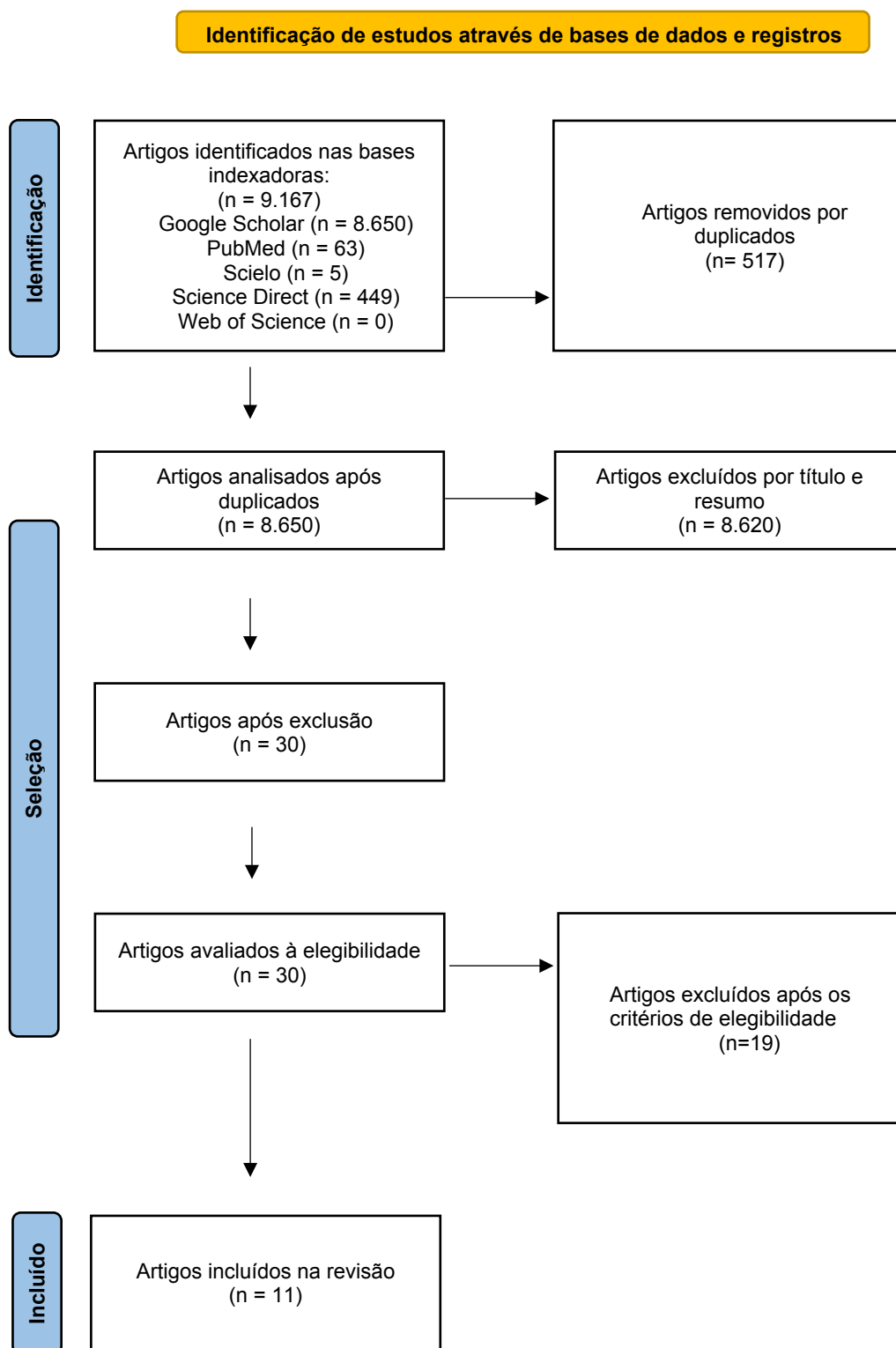


Figura 1. Diagrama de fluxo PRISMA. Adaptado de Page et al. (2021).

Foram utilizados 11 artigos científicos que atenderam aos critérios de inclusão (Duttlinger et al., 2020; McConn et al., 2020; dos Santos Almeida et al., 2021; Dórea et al., 2022; Millet et al., 2022; Silva et al., 2022; Wang et al., 2022; Correia et al., 2023; Wellington et al., 2023; Jiang et al., 2024; Li et al., 2024). Os dados sobre as variáveis de interesse foram extraídos dos 11 artigos.

Os dados dos artigos selecionados foram tabulados e organizados em planilhas eletrônicas e, posteriormente, aplicados codificações nos dados para facilitar a explanação e interpretação. O mesmo procedimento de codificação foi aplicado para agrupar os dados experimentais. Eventualmente algumas codificações moderadas foram aplicadas para identificar os artigos científicos. O conjunto de dados foram analisados usando o software estatístico SAS (SAS, 2009). A análise para obtenção das médias foi realizada utilizando o teste F de Fisher e foram realizadas análises de regressão linear e quadrática para avaliar os efeitos dos níveis de glutamina nas variáveis avaliadas. Foi utilizada a probabilidade de 5%.

3. Resultados e Discussão

A suplementação de glutamina promoveu a melhora ($P < 0,05$) do consumo de ração, ganho de peso e da conversão alimentar dos leitões na primeira, segunda e terceira semana pós-desmama (Tabela 1). Na quarta semana, a suplementação de glutamina melhorou ($P < 0,05$) o ganho de peso e conversão alimentar, enquanto o consumo de ração não foi influenciado ($P > 0,05$). Na quinta semana, não foram observados efeitos ($P > 0,05$) da suplementação de glutamina no desempenho dos leitões. A suplementação de glutamina não alterou ($P > 0,05$) o peso dos animais nas fases avaliadas.

Tabela 1. Desempenho de leitões alimentados com dietas contendo glutamina nas fases iniciais de crescimento.

Variáveis	Controle	Glutamina	P valor	Linear	Quadrático	SEM
1 a 7 dias						
Peso inicial	6,89	6,83	0,944	0,540	0,588	0,165
Peso final	8,14	8,25	0,404	0,600	0,410	0,177
CRD	0,226	0,237	0,001	0,151	0,253	0,007
GPD	0,179	0,203	0,001	0,044	0,068	0,006
CA	1,270	1,171	0,001	<0,001	0,001	0,026
7 a 14 dias						
Peso final	9,75	10,00	0,125	0,912	0,576	0,217
CRD	0,283	0,289	0,001	0,131	0,220	0,010
GPD	0,204	0,226	0,001	0,065	0,110	0,008
CA	1,404	1,282	0,001	<0,001	0,001	0,033
14 a 21 dias						
Peso final	11,91	12,16	0,117	0,392	0,364	0,196
CRD	0,379	0,387	0,032	<0,001	<0,001	0,010
GPD	0,242	0,256	0,001	<0,001	<0,001	0,005
CA	1,577	1,511	0,035	<0,001	<0,001	0,033
21 a 28 dias						
Peso final	15,30	15,63	0,111	0,138	0,156	0,246
CRD	0,462	0,455	0,718	<0,001	<0,001	0,012
GPD	0,300	0,315	0,003	<0,001	<0,001	0,005
CA	1,553	1,451	0,023	0,005	0,005	0,038
28 a 35 dias						
Peso final	19,41	19,50	0,847	0,349	0,348	0,436
CRD	0,538	0,564	0,292	<0,001	<0,001	0,009
GPD	0,356	0,362	0,481	0,060	0,094	0,008
CA	1,546	1,586	0,979	0,083	0,092	0,050

CRD: consumo de ração diário; GPD: ganho de peso diário; CA: conversão alimentar.

A glutamina é um aminoácido condicionalmente essencial para suínos, por conta de seus diversos benefícios, sendo recomendada como suplemento alimentar para reduzir os efeitos de estresse do desmame em suínos (Ji et al., 2019). Diversos estudos investigaram os efeitos da glutamina na dieta sobre o desempenho de suínos.

Li et al. (2024) relataram que a suplementação de 1% de L-glutamina em dieta de baixa proteína melhorou o desempenho de crescimento, mas observaram que os níveis 2 e 3% de L- glutamina inibiram o desempenho de crescimento em leitões com mesma alimentação, sugerindo assim que concentrações superiores a 1% de L- glutamina podem ser nocivas ao desempenho dos leitões alimentados com dietas contendo nível baixo de proteína. Um estudo de Duttlinger et al. (2020) apresentou que a inclusão de glutamina em dietas com nível normal de proteína elevou o crescimento após o desmame quando comparada com o grupo controle, com o nível 0,4% de glutamina sendo o melhor entre as dietas.

A microbiota intestinal é fundamental na saúde do animal e a perturbação de sua estrutura pode causar distúrbios metabólicos ou doenças (Thaiss et al., 2016). Os aminoácidos são moléculas de sinalização, precursores de energia e também moduladores da microbiota, assim contribuem para recuperar a saúde intestinal (Chalvon-Demersay et al., 2021), dessa forma a L-glutamina é considerada condicionalmente essencial em períodos de estresse, como o desmame de leitões (Wu et al., 2014).

A suplementação de glutamina não alterou ($P>0,05$) a altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta no duodeno (Tabela 2). Por sua vez, no jejuno e o no íleo, a glutamina promoveu aumento ($P<0,05$) da altura das vilosidades e na relação vilosidade:cripta, mas não ocasionou diferença na profundidade de cripta.

Tabela 2. Efeito da suplementação de glutamina nas dietas de leitões nas fases iniciais de crescimento nas microvilosidades.

Variáveis	Controle	Glutamina	P valor	Linear	Quadrática	SEM
Duodeno						
PC	250,36	236,09	0,384	0,481	0,162	15,136
AV	324,09	351,93	0,092	0,747	0,514	8,936
RVC	1,42	1,80	0,141	0,581	0,041	0,117
Jejuno						
PC	213,80	205,99	0,127	0,573	0,100	17,305
AV	356,20	371,53	0,010	0,514	0,070	11,562
RVC	1,91	2,08	<0,001	0,883	0,207	0,127
Íleo						
PC	174,28	175,57	0,570	0,581	0,090	14,740
AV	300,39	318,71	<0,001	0,424	0,062	14,712
RVC	1,97	2,08	0,050	0,791	0,211	0,137

PC: profundidade de cripta; AV: altura de vilosidade; RVC: relação altura de vilosidade e profundidade de cripta.

A altura das vilosidades intestinais está relacionada com a área de superfície absorvente da vilosidade luminal e uma redução nas vilosidades pode gerar desenvolvimento inadequado das enzimas digestivas (Cera et al., 1988). Assim, aumentar a altura das vilosidades resulta na melhora da capacidade digestiva e de absorção dos nutrientes (Caspary, 1992). Por outro lado, o aprofundamento das criptas sinaliza que as vilosidades do intestino delgado apresentam crescimento retardado (Pluske et al., 1996).

Estudos anteriores também confirmaram os efeitos positivos da glutamina na morfologia da mucosa intestinal em leitões desmamados, resultando em maior altura das vilosidades e na relação vilosidade:cripta. Wu et al. (1996) demonstraram que a suplementação de 1% de glutamina preveniu a atrofia das vilosidades no jejuno na primeira semana após o desmame, porém não encontrou efeito sobre a altura de vilosidades no duodeno no mesmo período, destacando que esse resultado pode ocorrer devido às diferenças no metabolismo da glutamina e na proliferação celular entre o duodeno e o jejuno dos suínos. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Liu et al. (2002). Millet et al. (2022) não encontraram resultados positivos da suplementação de glutamina sobre as vilosidades em seu estudo, apontando que o possível motivo para isso pode ter sido a porção intestinal avaliada.

Tabela 3. Equações de regressão em função dos níveis de suplementação de glutamina nas dietas de leitões nas fases iniciais de crescimento.

Variáveis	Equação linear	Equação quadrática	Glutamina*
CA 1 a 7	$\hat{y}=1,229-0,0677x$, $R^2=0,36$	$\hat{y}=1,26560-0,6078x+0,5685x^2$, $R^2=0,39$	0,54
CA 7 a 14	$\hat{y}=1,3505-0,0737x$, $R^2=0,37$	$\hat{y}=1,4087-0,9322x+0,9038x^2$, $R^2=0,39$	0,52
CRD 14 a 21	$\hat{y}=0,3278+0,1031x$, $R^2=0,43$	Ns	-
GPD 14 a 21	$\hat{y}=0,2155+0,0629x$, $R^2=0,52$	$\hat{y}=0,2149+0,9946x-0,7422x^2$, $R^2=0,52$	0,67
CA 14 a 21	$\hat{y}=1,3774+0,1982x$, $R^2=0,45$	$\hat{y}=1,3975-0,0978x+0,3116x^2$, $R^2=0,50$	0,47
CRD 21 a 28	$\hat{y}=0,3207+0,0715x$, $R^2 = 0,36$	$\hat{y}=0,2889+0,5413x-0,4945x^2$, $R^2=0,42$	0,55
GPD 21 a 28	$\hat{y}=0,2189+0,0427x$, $R^2=0,56$	$\hat{y}=0,1862+0,5251x-0,5079x^2$, $R^2=0,56$	0,52
CA 21 a 28	$\hat{y}=1,076+0,1209x$, $R^2=0,28$	$\hat{y}=0,9779+1,568x-1,5234x^2$, $R^2=0,33$	0,52
CRD 28 a 35	$\hat{y}=0,2987+0,0472x$, $R^2=0,41$	$\hat{y}=0,1909+1,6389x-1,6756x^2$, $R^2=0,46$	0,49
RVC Duodeno	ns	$\hat{y}=1,5315+2,2171x-2,1792x^2$, $R^2=0,62$	0,51

* Nível estimado de glutamina; ns: não significativo ($P>0,05$).

CRD: consumo de ração diário; GPD: ganho de peso diário; CA: conversão alimentar; RVC: relação altura de vilosidade e profundidade de cripta.

Não foi possível analisar estatisticamente os dados de ocorrência e o escore de diarreias no nosso estudo uma vez que haviam poucos trabalhos que avaliaram essas variáveis. No entanto, constatamos que nos estudos que realizaram a avaliação da ocorrência de diarreias, a glutamina não exerceu influência positiva ou negativa.

4. Conclusão

A suplementação de glutamina melhora o consumo, ganho e conversão alimentar dos leitões na primeira, segunda e terceira semana pós-desmame. Na quarta semana a glutamina melhora o ganho e a conversão alimentar. A glutamina aumenta a altura de vilosidade e melhora a relação vilosidade:cripta no jejuno e íleo. Recomenda-se o nível de 0,47 a 0,67% de glutamina na dieta de leitões do primeiro aos 28 dias pós-desmame.

5. Referências Bibliográficas

- Caspary, W. F. 1992. Physiology and pathophysiology of intestinal absorption. *The American journal of clinical nutrition*, 55(1), 299S-308S.
- Cera, K. R., Mahan, D. C., Cross, R. F., Reinhart, G. A. & Whitmoyer, R. E. 1988. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *Journal of animal science*, 66(2), 574-584.
- Chalvon-Demersay, T., Luise, D., Le Floc'h, N., Tesseraud, S., Lambert, W., Bosi, P., Trevisi P., Beaumont M. & Corrent, E. 2021. Functional amino acids in pigs and chickens: implication for gut health. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 663727.
- Correia, A. M., Genova, J. L., Saraiva, A. & Rocha, G. C. 2023. Effects of crude protein and non-essential amino acids on growth performance, blood profile, and intestinal health of weaned piglets. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1243357.

Cruzat, V., Macedo Rogero, M., Noel Keane, K., Curi, R., & Newsholme, P. 2018. Glutamine: metabolism and immune function, supplementation and clinical translation. *Nutrients*, 10(11), 1564.

Dórea, E. S., Rocha, G. C., Saraiva, A., & Calderano, A. A. 2022. Suplementação de glutamina e glutamato em dietas com baixo nível de lisina digestível para leitões desmamados. 71 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

dos Santos Almeida, J. M., Pascoal, L. A. F., de Almeida, J. L. S., Guerra, R. R., da Silva, J. H. V., da Silva, D. R. P., & Martins, T. D. D. 2021. Effects of dietary L-glutamine and glutamic acid combination, and whey powder on the performance and nutrient digestion in weaned piglets fed grain-based diets. *Animal bioscience*, 34(12), 1963.

Duttlinger, A. W., Kpodo, K. R., Schinckel, A. P., Richert, B. T., & Johnson, J. S. 2020. Effects of increasing dietary L-glutamine to replace antibiotics on pig health and performance following weaning and transport. *Translational Animal Science*, 4(3), txaa157.

Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, M. A., Van de Wiele, T., Forano, E., Blanquet-Diot, S. 2017. Gut microbiota dysbiosis in postweaning piglets: understanding the keys to health. *Trends in microbiology*, v. 25, p. 851-873.

Heianza, Y., Sun, D., Li, X., DiDonato, J. A., Bray, G. A., Sacks, F. M., Qi, L. 2019. Gut microbiota metabolites, amino acid metabolites and improvements in insulin sensitivity and glucose metabolism: the POUNDS Lost trial. *Gut*, v. 68, p. 263-270.

Jiang, J., Chen, D., Yu, B., He, J., Yu, J., Mao, X., & Zheng, P. 2024. Lactic Acid and Glutamine Have Positive Synergistic Effects on Growth Performance, Intestinal Function, and Microflora of Weaning Piglets. *Animals*, 14(23), 3532.

Ji, F. J., Wang, L. X., Yang, H. S., Hu, A., & Yin, Y. L. 2019. The roles and functions of glutamine on intestinal health and performance of weaning pigs. *Animal*, 13(11), 2727-2735.

Kim, M. H., Kim, H. 2017. The roles of glutamine in the intestine and its implication in intestinal diseases. *International journal of molecular sciences*, v. 18, p. 1051.

Li, J., Bai, J., Yang, Y., & Wu, Z. 2024. Low-protein diet supplemented with 1% L-glutamine improves growth performance, serum biochemistry, redox status, plasma amino acids, and alters fecal microbiota in weaned piglets. *Animal Nutrition*, 17, 144-154.

Liu, T., Peng, J., Xiong, Y., Zhou, S. & Cheng, X. 2002. 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-australasian journal of animal sciences*, 15(2), 238-242.

McConn, B. R., Duttlinger, A. W., Kpodo, K. R., Eicher, S. D., Richert, B. T., Johnson, J. S. 2020. Replacing dietary antibiotics with 0.20% L-glutamine and synbiotics following weaning and transport in pigs. *Journal of animal science*, 98(9), skaa272.

Millet, S., Chalvon-Demersay, T., Schroyen, M., Sureda, E. A., Aluwe, M., Lambert, W., & Everaert, N. 2022. Piglet Performance Responds to L-Glutamine Supplementation, Especially on a Low Protein Diet. *Especially on a Low Protein Diet* (October 27, 2022).

Newsholme, P., Curi, R., Curi, T. P., Murphy, C. J., Garcia, C., & De Melo, M. P. 1999. Glutamine metabolism by lymphocytes, macrophages, and neutrophils: its importance in health and disease. *The Journal of nutritional biochemistry*, 10(6), 316-324.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C, Mulrow, C. D. & Moher, D. 2021. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *bmj*, 372, 134: 178-189.

Pluske, J. R., Williams, I. H. & Aherne, F. X. 1996. Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. *Animal Science*, 62(1), 131-144.

Pluske, J. R., Hampson, D. J., Williams, I. H. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livestock production science*, v. 51, p. 215-236.

Silva, D. R. D., Pascoal, L. A., Oliveira, A. D. C., Martins, T. D., Silva, J. H. D., Fernandes, F. G., & ALMEIDA, J. M. 2022. Addition of L-Glutamine+ Glutamic Acid and L-Arginine to the diet of weaned piglets. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 94, e20201575.

Summers, K. L., Frey, J. F., Ramsay, T. G., & Arfken, A. M. 2019. The piglet mycobiome during the weaning transition: a pilot study. *Journal of animal science*, 97(7), 2889-2900.

Thaiss, C. A., Zmora, N., Levy, M. & Elinav, E. 2016. The microbiome and innate immunity. *Nature*, 535(7610), 65-74.

Wang, B., Wu, G., Zhou, Z., Dai, Z., Sun, Y., Ji, Y., Li, W., Wang, W., Liu, C., Han, F., Wu, Z. 2015. Glutamine and intestinal barrier function. *Amino acids*, v. 47, p. 2143-2154.

Wang, J., Wang, N., Qi, M., Li, J., & Tan, B. 2022. Glutamine, glutamate, and aspartate differently modulate energy homeostasis of small intestine under normal or low energy status in piglets. *Animal nutrition*, 8, 216-226.

Wellington, M. O., Hulshof, T. G., Ernst, K., Balemans, A., Page, G. I. & Van Hees, H. M. 2023. Impact of L-Arginine and L-Glutamine supplementation on growth performance and immune status in weanling pigs challenged with *Escherichia coli* F4. *Journal of Animal Science*, 101, skad138.

Wu, G. 2009. Amino acids: metabolism, functions, and nutrition. *Amino acids*, v. 37, p. 1-17.

Wu, G., Bazer, F. W., Dai, Z., Li, D., Wang, J., & Wu, Z. 2014. Amino acid nutrition in animals: protein synthesis and beyond. *Annu. Rev. Anim. Biosci.*, 2(1), 387-417.

Wu, G., Knabe, D. A. 1994. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrum and milk. *The Journal of nutrition*, v. 124, p. 415-424.

Wu, G., Meier, S. A. & Knabe, D. A. 1996. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. *The Journal of nutrition*, 126(10), 2578-2584.