



Impacto da nutrição na gestação e na produção de leitões

Impact of pregnancy nutrition on piglet production

Robson Carlos Antunes^{1,2}, Renata Vieira Chaves Gabriel², Luiza Braz Mendes², Carolina Fregonesi de Souza², Naiane Vieira Costa², Gismar Silva Viera² e Larissa Alves Fernandes Rosa¹

¹Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia (FMVZ/UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil, ²Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGCvet-FMVZ/UFU), Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Resumo

Programas de melhoramento genético foram eficientes em mudar as linhagens fêmeas que atualmente produzem maior número de leitões por parto. No entanto, uma resposta correlacionada que aconteceu de maneira desfavorável foi o aumento do número de leitões que nascem com o peso abaixo de um quilograma. Várias estratégias estão sendo pesquisadas em termos de nutrientes a serem adicionados à ração gestação para melhorar a eficiência placentária, bem como curvas de fornecimento de ração ao longo da fase de gestação e modificações no balanceamento ideal de aminoácidos na ração gestação. Esse artigo discute as várias abordagens e as diferenças encontradas em função da linhagem genética.

Palavras-chave: aminoácidos, balanceamento ideal, curvas de alimentação, melhoramento genético.

Abstract

Breeding programs have been effective in changing the female lines that currently produce the highest number of piglets per farrowing. However, a correlated response that has occurred in an unfavourable manner has been an increase in the number of piglets born weighing less than one kilogram. Several strategies are being investigated in terms of nutrients to be added to the gestation diet, as well as feed supply curves throughout the gestation phase and modifications to the ideal aminoacidic balance in the gestation diet. This article discusses the various approaches and the differences found as a function of genetic lineage.

Keywords: aminoacidic, optimal balancing, feeding curves, genetic improvement.

Introdução

Nos anos 1990 alguns institutos de pesquisas e universidades dos EUA e Europa conduziram pesquisas com fêmeas de raças chinesas, a maior parte da raça Meishan, na tentativa de elucidarem os mecanismos que explicavam o maior número de leitões nascidos por leitegada em algumas raças chinesas, comparado às duas raças ocidentais mais utilizadas em cruzamentos, para se formar a fêmea comercial em sistemas industriais de produção de suínos, que são as raças Large White e Landrace, ambas de linhagens maternas.

Na época, a hipótese considerada mais provável era a de que as fêmeas de raças chinesas ovulavam uma quantidade maior de ovócitos do que as das raças ocidentais, por ciclo estral. No entanto, o que acabou sendo demonstrado, é que o grande diferencial está na qualidade do útero das fêmeas de raças chinesas, que por algum motivo levam mais embriões à termo. No final da década de 1990 uma pesquisa interessante sobre como abordar esse tema, propôs que a capacidade uterina estaria ligada à eficiência placentária e os autores dessa pesquisa definiram eficiência placentária como sendo o peso do leitão dividido pelo peso da placenta (Wilson, Biensen, Ford, 1999). A questão central é que para se caber mais embriões e fetos no útero e esses nascerem vivos, as placentas precisam ser mais eficientes. Pesquisas posteriores confirmaram que essa relação entre peso do leitão e peso da placenta pode ser usada para se medir a eficiência placentária e mostraram que placentas mais eficientes são mais vascularizadas (Soares *et al*, 2024).

Sabe-se atualmente, que o aminoácido arginina desempenha uma função importante na vascularização placentária (Wu *et al*, 2018). Pesquisas foram conduzidas para se avaliar a inclusão do aminoácido arginina na ração gestação, pensando-se em melhorar a vascularização placentária. Paralelo a isso é importante lembrar as pesquisas que foram conduzidas com o objetivo de se determinar o balanço

ideal de aminoácidos nas fases inicial e final da gestação, nas diferentes categorias de fêmeas: nulíparas gestantes, primíparas e múltiparas. Essas pesquisas mostram que há diferenças marcantes no balanceamento ideal de aminoácidos entre o início e final de gestação e entre as diferentes categorias de fêmeas, contrapondo ao fato de que alguns sistemas intensivos de produção de suínos usam apenas uma ração gestação durante toda a fase, mudando apenas as quantidades (Gongalves *et al*, 2016).

Também é importante se discorrer sobre as quantidades de ração gestação fornecida ao longo da fase. Preconiza-se o manejo de adoção de curvas de arraçoamento diferentes em várias empresas de melhoramento genético de suínos e isso precisa ser discutido, pois impacta na qualidade dos leitões nascidos e poderia impactar também na qualidade do colostro produzido. Será que a qualidade do leitão ao nascer combinado com a do colostro, poderia explicar, em parte, a alta mortalidade de leitões que os sistemas de produção têm enfrentado nos últimos anos? Pesquisas estão sendo conduzidas na Universidade Federal de Uberlândia em parceria com suinocultores da região, para responder essa pergunta.

Objetiva-se com esse texto apresentar e discutir o uso de alguns aminoácidos e estratégias de manipulação da dieta com relação aos mesmos, bem como as estratégias de curvas de arraçoamento nas fases da gestação, pensando-se em diminuir a quantidade de leitões de baixa viabilidade, melhorar a qualidade do colostro e, conseqüentemente, diminuir a mortalidade de leitões na fase de maternidade.

Contribuição dos estudos de genética

Inicialmente, pensava-se que as diferenças no número de leitões que nasciam vivos nas raças chinesas, comparado às raças ocidentais, era por causa do fato das primeiras ovularem quantidade maior de ovócitos. Mas, conforme se pode observar na tabela 1, a explicação para esse fato é outra.

Tabela 1. tamanho de leitegada ao nascer, número de ovócitos ovulados e mortalidade embrionária em uma raça chinesa e duas raças maternas ocidentais.

Raça	Tamanho de Leitegada	Número de oócitos ovulados	Mortalidade embrionária (%)
Meishan	15,7	17,2	16
Large White	12,1	17,6	26
Large White hiperprolífica	13,1	22,9	41

Rothschild & Ruvinsky, 1998

Percebe-se pela análise das informações apresentadas na tabela 1, que na raça Meishan, mesmo ovulando um número bem menor de ovócitos comparado à raça Large White hiperprolífica, o tamanho de leitegada era bem superior à época desta pesquisa; e, a explicação está na mortalidade embrionária que é bem menor na raça Meishan, associada a uma melhor eficiência placentária, explicada pela maior vascularização dessas placentas (Zhou *et al*, 2009).

Pesquisas posteriores mostraram que a manipulação do aminoácido arginina na dieta de gestação pode melhorar a vascularização placentária (Wu *et al*, 2018; Langendijk, 2021; Langendijk, Fleuren, Page., 2023) e a miogênese nos fetos (Rodrigues *et al*, 2021) promovendo melhorias no peso ao nascer e diminuição da variação de peso ao nascer (Moreira *et al*, 2025), que por sua vez, está relacionada ao aumento da vitalidade dos leitões e conseqüente diminuição da mortalidade na fase de maternidade (Campos *et al*, 2012; Knap *et al*, 2023).

Manipulação da dieta de gestação para melhorar a eficiência placentária

Conforme já mencionado anteriormente, pesquisas tem mostrado que o aminoácido arginina pode ser usado com sucesso em dietas de fêmeas gestantes, melhorando a eficiência placentária, via aumento da vascularização; e, até mesmo agindo diretamente sobre os fetos durante a fase de miogênese. Como a arginina pode ser sintetizada endogenamente a partir de outros aminoácidos, o uso da glutamina industrial pode substituir a arginina; pois, esse último aminoácido, pode ser convertido em arginina pelo metabolismo animal e tem custo menor, já que a arginina é muito utilizada em suplementos para seres humanos (Soares *et al*, 2024). A arginina foi o nutriente mais estudado com intuito de se melhorar a eficiência placentária, no entanto, outros também tem sido estudado recentemente, como, por exemplo, oligossacarídeos associados a algumas cepas de *Bacillus sp* (Gu *et al*, 2019), que melhoram a eficiência via diminuição do estresse oxidativo. Nessa mesma linha, o uso de cisteamina também se mostrou eficiente para se diminuir

o estresse oxidativo em nível placentário, ao mesmo tempo que melhorou a vascularização placentária via aumento da angiogênese (Huang *et al*, 2021).

Em recentes publicações há o destaque para o uso da levedura *Saccharomyces sp* como um importante aditivo para se melhorar a eficiência reprodutiva da fêmea suína (Rocha, 2022; Araújo, Vitagliano, Junqueira, 2024). É importante destacar que as leveduras são ricas em ácido glutâmico (Araújo, Vitagliano, Junqueira, 2024), portanto pode-se esperar uma melhoria da eficiência placentária em fêmeas suplementadas com leveduras, pois se trata de uma boa fonte indireta de glutamina. Pode-se citar também o uso de nitrato de cálcio na dieta periparto, que age melhorando a eficiência placentária via formação de óxido nítrico, que tem um efeito vasodilatador sobre a placenta, melhorando a perfusão de oxigênio e nutrientes (Van Den Bosch *et al*, 2019).

Uma pesquisa relativamente antiga demonstrou que o aumento da fibra bruta na dieta que antecede a cobertura de leitões, melhorou a taxa de maturação dos oócitos e a sobrevivência embrionária (Ferguson *et al*, 2007). A pesquisadora líder desse grupo de pesquisa publicou uma revisão dez anos depois dessa pesquisa inicial, na qual ela discute as principais vantagens do uso de dietas de gestação com altos teores de fibra bruta, mas, conclui que os mecanismos de atuação permanecem a serem elucidados (Jarret & Ashworth, 2018).

Curvas de arraaçoamento na fase de gestação

No trabalho “Nutrição e alimentação da fêmea gestante”, publicado pela Associação Brasileira de Suinocultores (ABCS), em parceria com diversas organizações e instituições, o tema é abordado em oito subcapítulos. O subcapítulo 9.3 discute os fundamentos e aplicações das curvas de alimentação durante a fase de gestação e o subcapítulo 9.7 apresenta as informações sobre o manejo nutricional da fêmea gestante e o peso ao nascer dos leitões (ABCS, 2014).

No momento daquela publicação havia um consenso de que nos primeiros 70 a 80 dias de gestação deve-se manejar as quantidades de ração a serem fornecidas com o foco em corrigir a condição corporal que foi perdida durante a fase de lactação anterior. E, no terço final da gestação há a necessidade de se aumentar consideravelmente as quantidades fornecidas diariamente, para atender o crescimento fetal, que passa a ser exponencial nessa fase da gestação, as demandas energéticas e proteicas do útero, anexos placentários, líquido amniótico e alantoidiano, a formação da glândula mamária e colostro.

No entanto, após essa publicação, surgiu uma proposta de curva de arraaçoamento ligeiramente diferente das curvas preconizadas até então. Nessa nova proposta, a recomendação é manter as quantidades fornecidas praticamente constante, sem o aumento no terço final da gestação. Com essa proposta há uma economia considerável de ração. Na proposta que prevê o aumento das quantidades fornecidas no terço final da gestação, as quantidades consumidas, de ração total, por fêmea, por ano, ficam entre 1.100 kg a 1.200 kg, enquanto que na proposta que mantém constante as quantidades ao longo da gestação, a quantidade total de ração consumida ao longo do ano pode ficar entre 950 a 980 kg de ração por fêmea, por ano.

Como explicado e apresentado neste trabalho organizado pela ABCS, corre-se o risco de diminuir o peso ao nascer dos leitões, ao se adotar essa estratégia de não aumentar a quantidade de ração fornecida à fêmea gestante, no terço final da gestação. No entanto, muitas empresas tem adotado essa recomendação, mesmo correndo-se o risco de produzir uma quantidade maior de leitões de baixo peso ao nascer, considerados de baixa viabilidade. Há de se comentar que em linhagens que foram submetidas à seleção para aumentar o peso ao nascer dos leitões, pensando em aumentar a sobrevivência dos mesmos, pode ser que o efeito não provoque um aumento exacerbado no número de leitões de baixo peso ao nascer, e, pode até mesmo diminuir a necessidade de intervenções durante o parto, para resolver problemas de leitões que não estão conseguindo nascer sozinhos; mas, em linhagens que selecionaram para outras características com o objetivo de se aumentar a viabilidade dos leitões e diminuir a taxa de mortalidade no periparto e após o parto, essa estratégia de não aumentar a quantidade de ração na fase final de gestação, pode aumentar a quantidade de leitões de baixo peso ao nascer.

Há também a necessidade de se avaliar outros parâmetros: a quantidade e a qualidade o colostro produzido, por exemplo. Estudos que estão sendo conduzidos na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), em parceria com sistemas intensivos de produção de suínos da região, mostram que a qualidade do colostro, em termos de concentração de imunoglobulinas, tem piorado com a adoção dessa estratégia de se manter o fornecimento de ração gestação constante ao longo de toda a fase (dados não mostrados). Ao se adotar essa estratégia, o número de leitões nascidos vivos não se altera em relação à estratégia de se aumentar a quantidade de ração no terço final da gestação, no entanto, aumenta-se a probabilidade de produzir muitos leitões de baixa viabilidade, tanto em termos de peso baixo ao nascer, quanto em relação a

qualidade intrínseca desse leitão, que pode nascer com baixas reservas de glicogênio intramuscular e pulmonar (Leenhouwers *et al.*, 2001). Ambos são importantes para o início da vida. O primeiro vai fornecer energia para o leitão poder se movimentar até a glândula mamária e mamar colostro por si, em quantidade suficiente para garantir a sobrevivência (Leenhouwers *et al.*, 2001). O segundo é usado como substrato para a produção de surfactante nos pulmões, que por sua vez é importante para a primeira respiração do leitão ao nascer (Leenhouwers *et al.*, 2002).

Diante das pesquisas, algumas questões foram levantadas: será que a economia proporcionada pela estratégia de se fornecer quantidades constantes de ração durante toda a fase, sem o aumento da quantidade no terço final da gestação, realmente compensa para todas as genéticas? Funciona para todas as linhagens maternas, de todas as genéticas? Será que o melhoramento genético, as estratégias de seleção diferentes, adotadas nos diferentes programas de melhoramento, das diferentes empresas, tornaram as fêmeas totalmente diferentes, respondendo de maneira completamente distinta aos manejos de se aumentar a quantidade de ração fornecida no terço final da gestação?

Parece que esse é o caso. E, a grande diferença entre as linhagens de fêmeas, pode estar no fato de algumas terem sofrido seleção para o peso ao nascer dos leitões, e, para essas, a estratégia de se aumentar a quantidade de ração no terço final não está funcionando, aliás, atrapalha; pois, aumenta o peso corporal da fêmea, sem melhorar o peso ao nascer dos leitões; e, diminui o consumo de ração na lactação (Mallmann *et al.*, 2018; Mallmann *et al.*, 2019). Enquanto que, para as linhagens maternas que não sofreram pressão de seleção para peso ao nascer dos leitões, a estratégia de se aumentar a quantidade de ração no terço final da gestação continua sendo válida; pois, aumenta o número de leitões nascidos vivos e melhora a taxa de retenção das fêmeas (Ferreira, 2021).

Algumas pesquisas estão tentando diminuir o número de leitões que nascem com peso baixo, aumentando-se a quantidade de ração na fase inicial da gestação (Langendijk, 2021 e Langendijk, Fleuren, Page, 2023).

Sobre as diferenças nas estratégias de seleção nas linhas maternas, entre as empresas de melhoramento genético, é interessante a leitura de um artigo que abordou o tema com profundidade e contou com a colaboração dos melhoristas da GENUS-PIC, TOPIGS NORSVIN, HENDRIX GENETICS, DANBRED entre outros colaboradores (Knap *et al.*, 2023).

Balanceamento ideal de aminoácidos para fêmeas gestantes

Na publicação da ABCS também tem um subcapítulo do capítulo 9, o subcapítulo 9.1, que foi escrito pelo autor Sung Woo Kim, que mostra que o balanceamento ideal de aminoácidos na fase inicial da gestação (0 a 70 dias de gestação) é totalmente diferente do dia 70 até o parto (ABCS, 2014). Baseado nesse fato, alguns pesquisadores pensaram na possibilidade de se melhorar a qualidade dos leitões ao nascer usando rações diferentes na fase final de gestação, ao invés de simplesmente aumentarem a quantidade fornecida de uma mesma ração. O aumento da energia e dos níveis de aminoácidos da ração gestação usada dos 90 dias até o parto resultou em maior peso de leitegada ao nascer e maior ganho de peso dos leitões durante a fase de lactação (Che *et al.*, 2019).

Resultados favoráveis também foram encontrados em uma pesquisa que se aumentou a lisina de 6 gramas por quilo de ração, para 10 gramas por quilo de ração, e, todos os outros aminoácidos com base no conceito de balanceamento ideal, na ração fornecida dos 77 aos 107 dias de gestação. Nessa pesquisa, o fornecimento dessa ração com níveis diferentes da ração utilizada na fase inicial da gestação, resultou em um maior número de leitões nascidos vivos por parto (15,7 na ração controle x 17,1 na ração tratamento), que se manteve no parto subsequente (15,3 x 16,9) e maior peso de leitegada ao nascer e ao desmame (Seoane *et al.*, 2020).

Também tem pesquisas que estão focando na suplementação ao nascer dos leitões que passaram pela síndrome do retardo do crescimento intrauterino fetal, por causa da super lotação uterina durante a gestação, no caso de leitegadas numerosas. Em uma pesquisa com foco em leitões que nasceram abaixo de 1.100 gramas de peso vivo, com peso médio de 840 gramas, foi fornecido a esses leitões uma suplementação oral, duas vezes ao dia, do aminoácido arginina, por duas semanas após o parto. Os leitões suplementados tiveram maior ganho de peso e menor taxa de mortalidade no período avaliado (Long *et al.*, 2025).

Considerações finais

Há diferenças entre as linhagens maternas das diferentes empresas de melhoramento genético de suínos, com relação a estratégia de se aumentar a quantidade de ração no terço final da gestação; portanto, os suinocultores devem seguir as recomendações das empresas fornecedoras das fêmeas, tanto no tocante

às quantidades, quanto no tocante ao balanceamento ideal de aminoácidos, que pode ser diferente na ração gestação usada no início da fase, em relação à ração utilizada ao final da gestação. Também há possibilidades de se alterar favoravelmente as rações utilizadas na parte inicial da gestação, bem como usar suplementos com arginina para leitões de baixa viabilidade, durante as primeiras semanas de vida, com bons resultados.

Referências

- ABCS (Vários autores). Produção de Suínos: Teoria e Prática. 1. Ed. Brasília-DF: ABCS, 2014.
- ARAÚJO, L. F., VITAGLIANO, L. A., JUNQUEIRA, O. M. Aumentando o desempenho dos leitões por meio da nutrição de reprodutoras. In: ARAÚJO, Lúcio Francelino. Produção de Suínos: Princípios práticos. Manole: Barueri, SP: 1.ed., 2024.
- CAMPOS, P. H. R. F., SILVA, B. A. N., DONZELE, J. L., OLIVEIRA, R. F.M., KNOL, E. F. Effects of sow nutrition during gestation on within litter birth weight variation: a review. *Animal*. v. 6, n. 5, p. 797-806, 2012. Doi: 10.1017/S1751731111002242.
- CHE, L., HU, L., WU, C., XU, Q., ZHOU, Q., PENG, X., FANG, Z., LIN, Y., XU, S., FENG, B., LI, J., TANG, J., ZHANG, R., LI, H., THEIL, P. K., WU, D. Effects of increased energy and amino acid intake in late gestation on reproductive performance, milk composition, metabolic and redox status of sows. *Journal of Animal Science*, Abril, v. 97: p. 2914-2916, 2019. Doi: 10.1093/jas/skz149.
- FERREIRA, S.V.; Rodrigues, L.A.; Ferreira, M.A.; Alkmin, D.V.; Dementshuk, J.M.; Almeida, F.R.C.L.; Fontes, D.O. Plane of nutrition during gestation affects reproductive performance and retention rate of hyperprolific sows under commercial conditions. *Animal*, v. 15, n. 3, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100153>.
- FERGUSON, E M; SLEVIN, J; HUNTER, M G; EDWARDS, S A; ASHWORTH, C J. Beneficial effects of a high fibre diet on oocyte maturity and embryo survival in gilts. *Reproduction*. Fev., v. 2, p. 433-439, 2007. Doi: 10.1530/REP-06-0018.
- GONÇALVES, M. A. D.; GOURLEY, K. M.; DRITZ, S. S.; TOKACH, M. D.; BELO, N. M.; De ROUCHEY, J. M.; WOODWORTH, J. C.; GOODBAND, R. D. Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. *Journal of Animal Science*. v. 94, p. 1993-2003, 2016. Doi: 10.2527/jas.2015-0087
- GU, X.L., LI, H., SONG, Z. H., DING, Y. N., HE, X., FAN, Z.Y. Effects of isomaltooligosaccharide and *Bacillus* supplementation on sow performance, serum metabolites, and serum and placental oxidative status. *Animal Reproduction Science*. v. 207, n. 8, 52-60, 2019. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2019.05.015.
- HUANG, S., et. al. WU, Z., HUANG, Z., HAO, X., ZHANG, L., HU, C., WEI, J., DENG, J., TAN, C. Maternal supply of cysteamine alleviates oxidative stress and enhances angiogenesis in porcine placenta. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. v. 12, n.91, 2021. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00609-8>.
- JARRETT, Selene; ASHWORTH, Cheryl J. The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 9, 2018. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0270-0>.
- KNAP, P. W., et. al. KNOL, E. F., SORESENSEN, A.C., HUISMAN, A. E., van der SPEK, D., ZAK, L. J., CHAPATTE, A. G., LEWIS, C. R. G. Genetic and phenotypic time trends of litter size, piglet mortality, and birth weight in pigs. *Frontiers in Animal Science*. v. 4, 2023. <https://doi.org/10.3389/fanim.2023.1218175>.
- LANGENDIJK, P. Latest advances in sow nutrition during early gestation. *Animals*. v. 11, n. 6, 2021. <https://doi.org/10.3390/ani11061720>.
- LANGENDIJK, P., FLEUREN, M., PAGE, G. Review: targeted nutrition in gestating sows: opportunities to enhance sow performance and piglet vitality. *Animal*, v.17, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100756>.
- LEENHOUWERS, J. Biological Aspects of Genetic Differences in piglet survival. 2001. 151 f. Tese de Doutorado, Wageningen University, Wageningen, 2001.
- LEENHOUWERS, J. L.; ALMEIDA JÚNIOR, C. A. KNOL, E. F.; VAN DER LENDE, T. Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. *Journal of Animal Science*, jun., v. 79, n. 6, p. 1416-1422. 2001. DOI: 10.2527/2001.7961416x.
- LEENHOUWERS, J. L.; KNOL, E. F.; DE GROOT, P. N.; VOS, H.; VAN DER LENDE, T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. *Journal of Animal Science*, jul., v. 80, n. 7, p. 1759-1770. 2002. DOI: 10.2527/2002.8071759x.

- LONG, D. W., LONG, B. D., NAWARATNA, G. I., WU, G. Oral administration of L-arginine improves the growth and survival of sow reared intrauterine growth-restricted piglets. *Animal*, v. 15, p. 2-17, 2025. <https://doi.org/10.3390/ani15040550>.
- MALLMANN, A. L., BETIOLO, F. B., CAMILLOTI, E., MELLAGI, A. P. G., ULGUIM, R. R., WENTZ, I., BERNARDI, M. L., GONÇALVES, M. A. D., KUMMER, R., BORTOLOZZO, F. P. Two different feeding levels during late gestation in gilts and sows under commercial conditions: impact on piglet birth and female reproductive performance. *Journal of Animal Science*, ago., v. 96, p. 4209-4219, 2018. Doi: 10.1093/jas/sky297.
- MALLMANN, A. L., CAMILLOTI, E., FAGUBDES, D. P., VIER, C. E., MELLAGI, A. P. G., ULGUIM, R. R., BERNARDI, M. L., ORLANDO, U. A. D., GONÇALVES, M. A. D., KUMMER, R., BORTOLOZZO, F. P. Impact of feed intake during late gestation on piglet birth weight and reproductive performance: a dose-response study performed in gilts. *Journal of Animal Science*, mar., v. 97, p. 1262-1272, 2019. Doi: 10.1093/jas/skz017.
- McPHERSON, R. L., WU, J. F., BLANTON, J. R., KIM, S. W. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *Journal of Animal Science*. set., v. 82, p. 2534-2540, 2004. DOI: 10.2527/2004.8292534x.
- MOREIRA, R. H. R., FIDELIS, P. H. S., GARBOSA, C. A. P., FONSECA, L. S. SILVA, M. D., de OLIVEIRA, R. E. M., SILVA, C. M., FERREIRA, R. A., CANTARELLI, V. S., de ABREU, M. L. T. Dietary L-arginine for sows minimises the variability of piglets at birth. *The Journal of Agricultural Science*, p. 1-9, 2025. Doi:10.1017/S0021859625000188.
- ROCHA, V. P., ARAÚJO, R. L. S., de MENDONÇA, I. B., MARTINS, L. P., ARAÚJO, G. G. A., WATANABE, P. H. ANDRADE, T. S., EVANGELISTA, J. N. B. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii* CNCM I-1079 on performance, colostrum and milk composition, and litter performance of mixed-parity sows in a tropical humid climate. *Tropical Animal Health and Production*. Jan., v. 54, n. 1, 2022. Doi: 10.1007/s11250-022-03051-8.
- RODRIGUES, G. A., VALENTE JÚNIOR, D. T., SOARES, M. H., Da SILVA, C. B., FIALHO, F. A., BARBOSA, L. M. R., NEVES, M. M., ROCHA, G. C., DUARTE, M. S., SARAIVA, A. L-arginine supplementation for nulliparous sows during the last third of gestation. *Animals*. Dez., v. 6, n. 11, 2021. Doi: 10.3390/ani11123476.
- ROTHSCHILD, M. F. & RUVISNKY, A. *The Genetics of the Pig*. 1.ed. New York: CABI International Publishing, 1998.
- SEOANE, S., DE PALO, P., LORENZO, J. M., MAGLIOLINO, A., GONZALES, P., CIRIA, L. P., LATORRE, M. A. Effect of increasing dietary aminoacid concentration in late gestation on body condition and reproductive performance of hyperprolific sows. *Animals*, Jan., v. 10, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10010099>.
- SOARES, J. S., BERNARDES, A. L., RABELO, S. S., VIEIRA, G. S., da CUNHA, A. C. R., ANTUNES, R. C. Glutamine and vitamin A supplementation during critical periods of gestation reduces weight variability in piglets at birth. *Brazilian Animal Science*. v. 25, 2024. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v25e-76945E>.
- VAN DEN BOSCH, M., WIJNEN, J., VAN DE LINDE, I. B., VAN WESEL, A. A. M., MELCHIOR, D., KEMP, B., VAN DEN BRAND, H., CLOUARD, C. Effects of maternal dietary nitrate supplementation on farrowing and placental characteristics, level of asphyxiation at birth and piglet vitality. *Theriogenology*, Abril., v. 129, p. 1-7, 2019. Doi: 10.1016/j.theriogenology.2019.01.033.
- VAN RENS, B., De KONING, G., VAN DER LENDE, T. Pre-weaning piglet mortality in relation to placental efficiency. *Journal of Animal Science*, jan., v. 83, n.1, p. 144-151, 2005. DOI: 10.2527/2005.831144x.
- WU, G., BAZER, F. W., JOHNSON, G. A., HOU, Y. Board invited review: arginine nutrition and metabolism in growing, gestating, and lactating swine. *Journal of Animal Science*, Nov., v. 96, p. 5035-5051, 2018. doi: 10.1093/jas/sky37.
- WILSON, M., BIENSEN, N., FORD, S. Novel insight into the control of litter size in pigs, using placental efficiency as a selection tool. *Journal of Animal Science*, Jul., v. 77, p. 1654-1658, 1999. doi: 10.2527/1999.7771654x.
- ZHOU, Q.-Y., FANG, M. D., HUANG, T. H., LI, C. C., MEI, Y., ZHAO, S. H. Detection of differentially expressed genes between Erhualian and Large White placentas on 75 and 90 of gestation. *BMC Genomics*. Jul., v. 10, 2009. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-10-337>.