



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Rodrigo Silva Cabral

NUTRIÇÃO MATERNA E PROGRAMAÇÃO FETAL EM MATRIZES SUÍNAS:
UMA REVISÃO

RECIFE
2025

Rodrigo Silva Cabral

**NUTRIÇÃO MATERNA E PROGRAMAÇÃO FETAL EM MATRIZES SUÍNAS:
UMA REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Zootecnia, pela Universidade
Federal Rural de Pernambuco.

Orientadora: Profa. Dra. Camilla Mendonça
Silva

Recife – PE
Fevereiro de 2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

C117n Cabral, Rodrigo Silva.
Nutrição materna e programação fetal em
matrizes suínas: uma revisão / Rodrigo Silva Cabral.
- Recife, 2025.
32 f.

Orientador(a): Camilla Mendonça Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Suínos - Feto - Desenvolvimento. 2. Suínos -
Alimentação e rações. 3. Suínos - Filhotes. 4.
Reprodução animal I. Silva, Camilla Mendonça,
orient. II. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RODRIGO SILVA CABRAL

Graduando

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 17/03/2025

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Camilla Mendonça Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Lilian Francisco Arantes de Souza
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Esterfani Pereira da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por sua graça e amor incondicional, que me sustentaram nos momentos mais desafiadores desta jornada. Sem Sua força e amparo, não teria chegado até aqui.

Aos meus pais e irmãos, meu profundo reconhecimento pelo apoio, pela confiança depositada em mim e pelos valores que me foram transmitidos, formando o alicerce do meu caráter. Fazer parte dessa família é um privilégio, e sou imensamente grato por isso.

À minha noiva, Evann Katharynny, que a zootecnia me presenteou como uma das melhores pessoas que já conheci. Sua presença ao meu lado desde o início desta caminhada, sua acolhida neste departamento e seu apoio constante foram fundamentais para que eu encontrasse meu caminho e transformasse essa experiência em algo ainda mais especial.

À professora Camilla Mendonça, minha sincera gratidão por me receber de braços abertos em um momento de grande incerteza. Sua paciência e orientação foram essenciais durante todo o processo, e sua dedicação fez toda a diferença para que eu pudesse concluir este trabalho.

Por fim, um agradecimento especial às professoras Helena Emília, Renata Valéria e Laura Leandro, cuja presença constante na minha trajetória acadêmica tem sido indispensável. Seu incentivo, apoio e disponibilidade para me ajudar a superar desafios foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente e aproveitar ao máximo essa experiência tão enriquecedora que tem sido a graduação.

SUMÁRIO

	Pag.
RESUMO	07
ABSTRACT	08
1. INTRODUÇÃO	09
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo geral	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1. Crescimento fetal na espécie suína	12
3.2. Fatores que influenciam o desenvolvimento fetal	14
3.2.1. Crescimento Intrauterino Retardado vs. Peso ao nascimento	14
3.2.2. Efeito do peso ao nascer do leitão sobre as fases de crescimento e terminação	15
3.3. Estratégias nutricionais para aumentar o crescimento pré-natal dos leitões.....	17
3.3.1. L-carnitina	17
3.3.2. L-arginina	19
3.3.3. Ractopamina.....	20
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

LISTA DE TABELAS

	Pag.
Tabela 1. Descrição das fases da gestação em fêmeas suínos	13
Tabela 2. Desempenho produtivo de matrizes suínas suplementadas ou não com L-carnitina no período de gestação.....	18
Tabela 3. Efeitos da suplementação de L-arginina do 77º dia à terminação da gestação na performance da leitegada.....	20
Tabela 4. Efeitos da suplementação com ractopamina (20 mg/kg) nos leitões de porcas entre 25 e 53 dias de gestação, do nascimento ao desmame no o peso corporal, ganho de peso diário.....	21
Tabela 5. Efeitos da suplementação com ractopamina (20 mg/kg) nos leitões de porcas entre 25 e 53 dias de gestação, do nascimento ao desmame nas fibras musculares.....	21

RESUMO

O crescimento fetal dos suínos é influenciado pela nutrição materna desde a maturação do oócito até o nascimento. A nutrição materna fornece glicose, aminoácidos e outros elementos essenciais ao feto. A competição entre fetos no útero também afeta o crescimento, sendo o peso ao nascer inversamente proporcional ao tamanho da leitegada. Condições de desequilíbrio nutricional durante a gestação podem resultar em leitões de baixo peso ao nascer, desuniformidade das leitegadas e variação no crescimento. Fatores como genótipo, sexo, nutrição da porca, e fluxo de oxigênio e nutrientes pela placenta influenciam o desenvolvimento muscular dos leitões. A ingestão inadequada de proteínas pelas porcas gestantes pode levar à menor formação de miofibras e diferenciação muscular inadequada. A má nutrição durante a gestação, especialmente a falta de proteínas, pode causar retardado do crescimento intrauterino (CIUR), resultando em leitões com menor peso ao nascer, maior variabilidade de peso, menor sobrevivência neonatal, maior susceptibilidade a doenças, crescimento pós-natal reduzido e pior qualidade da carcaça. Portanto, é crucial entender como o ambiente uterino influencia o desenvolvimento muscular fetal para otimizar o desempenho pós-natal dos suínos.

Palavras-chave: desenvolvimento fetal, nutrição materna, peso ao nascer, desempenho.

ABSTRACT

Fetal growth in pigs is influenced by maternal nutrition from oocyte maturation to birth. Maternal nutrition provides glucose, amino acids, and other essential elements to the fetus. Intrauterine competition among fetuses also affects growth, with birth weight being inversely proportional to litter size. Nutritional imbalances during gestation can result in low birth weight piglets, litter uniformity issues, and growth variability. Factors such as genotype, sex, sow nutrition, and oxygen and nutrient flow through the placenta influence piglet muscle development. Inadequate protein intake by pregnant sows may lead to reduced myofiber formation and improper muscle differentiation. Poor maternal nutrition during gestation, particularly protein deficiency, can cause intrauterine growth restriction (IUGR), resulting in lower birth weight piglets, increased weight variability, reduced neonatal survival, higher disease susceptibility, impaired postnatal growth, and poorer carcass quality. Therefore, understanding how the uterine environment influences fetal muscle development is crucial for optimizing postnatal pig performance.

Keywords: fetal development, maternal nutrition, birth weight, performance.

1. INTRODUÇÃO

Evidências sugerem que o crescimento pré-natal dos suínos é sensível aos efeitos diretos e indiretos da nutrição materna em todos os estágios desde a maturação do oócito até o nascimento (Rehfeldt *et al.*, 2004; Ferguson, 2005). A nutrição materna controla o crescimento fetal diretamente por meio do fornecimento de glicose, aminoácidos e elementos essenciais para o conceito (Robinson, Sinclair & Mcevoy, 1999).

Na espécie suína, a competição entre os fetos dentro do útero pelos nutrientes também afeta o crescimento fetal, visto que já foi demonstrado que o peso ao nascer seria inversamente correlacionado ao tamanho da leitegada (Town *et al.*, 2004). Nesse sentido, conceitos como programação fetal ou programação do desenvolvimento inferem que condições de desequilíbrio nutricional durante a gestação das matrizes suínas têm um impacto adverso na saúde materna e fenótipo da prole, ou seja, gerando leitões com baixo peso ao nascimento, desuniformidade das leitegadas e variação do crescimento durante todas as etapas produtivas (Milligan *et al.*, 2002; Campos *et al.*, 2012).

Tem-se demonstrado ainda que esses elementos podem afetar o desenvolvimento muscular dos leitões, uma vez que eventos e fatores pré-natais como o genótipo, o sexo, a nutrição da porca, o fluxo de oxigênio e nutrientes por meio da placenta (relacionados com o número e a posição dos fetos no útero), podem influenciar direta ou indiretamente a diferenciação das fibras musculares e determinar o número destas fibras bem como sua taxa de crescimento (Alvarenga, 2011). Segundo Rehfeldt *et al.* (2011), a baixa ingestão de proteínas dietéticas em porcas gestantes pode resultar em uma remodelação do tecido muscular esquelético da prole, com menos miofibras formadas durante a miogênese e menor diferenciação muscular.

As exigências nutricionais de fêmeas suínas gestantes não são atendidas quando se fornece uma quantidade constante de proteína dietética durante a gestação, uma vez que a demanda nutricional materna e fetal aumentam até o parto (Mcpherson *et al.*, 2004). Kim *et al.* (2009) relataram maior variação de peso entre fetos, principalmente após 45 dias de gestação, quando há limitação no fornecimento de nutrientes reduzindo a transferência de metabólitos para o crescimento máximo dos conceitos. Além do efeito sobre a programação pré-natal, a redução de ingestão de proteína durante a gestação é um dos fatores que podem resultar em crescimento intrauterino retardado (CIUR).

A CIUR refere-se à situação em que a taxa de crescimento de um feto é inferior ao

potencial de crescimento normal para a idade gestacional e é resultado de efeitos genéticos, maternos, placentários ou fetais. As principais consequências da CIUR para leitões são: menor peso ao nascimento e maior variabilidade de peso, podendo resultar em menor sobrevivência neonatal, maior susceptibilidade a doenças, reduzida taxa de crescimento pós-natal e pior qualidade da carcaça dos animais ao abate (Wu *et al.*, 2006).

Nesse sentido, torna-se importante conhecer como os aspectos relacionados ao ambiente uterino atuam sobre o desenvolvimento muscular do feto, visando à otimização no desempenho pós-natal desses animais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Descrever como a nutrição gestacional e a programação fetal podem afetar os aspectos maternos e o desenvolvimento da progênie para suínos, e apresentar soluções para minimizar essa problemática.

2.2. Objetivos Específicos

Analisar os efeitos da nutrição materna sobre a fisiologia gestacional da porca, incluindo o metabolismo de nutrientes e o impacto na saúde reprodutiva.

Analisar a relação entre o estado nutricional da porca e a ocorrência de crescimento intrauterino retardado (CIUR), destacando seus impactos na variabilidade de peso ao nascimento e na sobrevivência neonatal.

Analisar como a suplementação influencia o desenvolvimento muscular, a deposição de gordura e a eficiência alimentar dos leitões.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Crescimento fetal na espécie suína

Em suínos, a gestação compreende a vários processos fisiológicos responsáveis por diversos eventos que ocorrem no sistema reprodutor da fêmea desde a fecundação até o momento da expulsão do feto (Tabela 01). Nesta espécie, o período gestacional dura por volta de 114 ± 3 dias, influenciados por fatores como manejo, ambiente e genética (Panzard *et al.*, 2007).

Este período é dividido em três fases: zigoto, embrionária e fetal, sendo que a primeira corresponde ao reconhecimento materno e implantação dos embriões no útero, enquanto os outros dois períodos compreendem ao desenvolvimento e crescimento fetal (Panzard *et al.*, 2007; Pontelo, 2015).

Observa-se na Tabela 1 que logo após a fertilização (48 horas), o embrião suíno passa de 2 células para 4, e por volta de 60 a 72 horas atingem 8 células que adentram o corno uterino (Wu *et al.*, 2010). Por volta do 3º dia de gestação essas células multiplicam-se e no 10º começam a se expandir, aumentando o contato com o ambiente uterino favorecendo o desenvolvimento embrionário, havendo entre 11 e 12 dias de gestação a mudança no formato ovoide para tubular, tornando-se filamentosos que aumentando a produção de estrogênio fazendo com que os embriões se distribuam por ambos os cornos uterinos, processo que conta com a colaboração das contrações miométrais (Almeida; Dias, 2022).

A placentação tem início por volta do 13-14 dia, marcado pelo aumento do fluxo sanguíneo para o útero havendo a formação dos primeiros somitos (dão origem as cartilagens e ossos do tronco, derme e músculos esqueléticos). Por volta do dia 16-17 dias começam a aparecer os membros anteriores. Dia 17-18 inicia-se o desenvolvimento dos membros posteriores e das interdigitação das microvilosidades uterinas e trofoblásticas, assim como ocorre a completa fixação do embrião. Nos 20-21 dias há pigmentação dos olhos e os orifícios olfatórios já estão presentes. Aos 28 dias ocorre a diferenciação genitália (Bernardi *et al.*, 2006).

A partir do 30º dia, os sangues fetais e maternos estão em posições contrárias, o qual denomina a placenta suína como epiteliocorial, neste período também há a emancipação do saco alantoide devido ao acúmulo de fluidos que rapidamente se expande fundindo-se com o córion, além do aparecimento dos quatro dígitos em cada pata. O período fetal tem início entre os 35-36 dias quando acontece a formação de órgão e membros locomotores, havendo também a calcificação do esqueleto e o feto começa a apresentar aparência de um suíno (Bernardi *et al.*, 2006).

Aos 44 dias os lábios vulvares ou escroto já estão presentes e aos 50 dias o peso fetal atinge cerca de 50g (Oelk, 2016). próximo dos 60 dias origina a placenta corioalantoide e, neste período até os 75 dias os destes e cascos aparecem e é neste momento que ocorre o estabelecimento das fibras musculares, e apenas aos 85 dias há aumento constante do feto até atingir 30-40% do peso final (Oelk, 2016). Nos 112 dias de gestação ocorre uma diminuição de fluidos no saco alantoide que, inclusive, é uma estrutura responsável por suportar a parte vascular da placenta (Moroni; Dick, 2021).

Ademais, no final da gestação, ocorre uma queda substancial do hormônio progesterona, devido a síntese de PGF2alfa que aumenta de concentração estimulando a produção de prolactina e ocitocina, assim como relaxina, com aumento progressivo durante as 24 horas que antecede o parto (Scain; Silva, 2021).

Tabela 1. Descrição das fases da gestação em fêmeas suínas.

Período	Evento
48h	Embrião passa de 2 para 4 células.
60 a 72h	Embrião atinge 8 células que adentram o corno uterino.
4º dia	Embriões são deslocados para cornos uterinos
10º dia	Começam a se expandir, aumentando o contato com o ambiente uterino.
11º e 12º Dia	Mudança do formato ovoide para tubular e aumento na produção de estrogênio.
13º e 14º Dia	Aumento do fluxo sanguíneo para o útero havendo a formação dos primeiros somitos.
16º e 17º Dia	Começam a aparecer os membros anteriores.
17º e 18º Dia	Desenvolvimento dos membros posteriores e da interdigitação das microvilosidades uterinas e trofoblásticas.
20º e 21º Dia	Há pigmentação dos olhos e os orifícios olfatórios já estão presentes.
28º Dia	Ocorre a diferenciação genitália.
30º Dia	Sangue fetal e materno estão em posições contrárias.
44º Dia	Presença dos lábios vulvares ou escroto.
50º Dia	Peso fetal atinge cerca de 50g.
60º Dia	Origina-se a placenta corioalantoide.
75º dia	Presença dos cascos.
85º Dia	Ocorre o aumento constate do feto até atingir 30-40% do peso final
122º dia	Ocorre uma diminuição de fluidos no saco alantoide.

3.2. Fatores que influenciam o desenvolvimento fetal

3.2.1. Crescimento Intrauterino Retardado vs. Peso ao nascimento

O retardo do crescimento intrauterino (CIUR) pode ser definido como comprometimento do crescimento e desenvolvimento do embrião/feto de mamíferos ou de seus órgãos durante o período gestacional, provocando alta mortalidade neonatal devido às anomalias no desenvolvimento do intestino delgado (Wang *et al.*, 2008; Jiang *et al.*, 2009). Além do fator genético, o crescimento e desenvolvimento fetal são afetados por uma variedade de fatores ambientais. Estes incluem a nutrição materna (baixa ou alta ingestão de alimentos e desequilíbrio de nutrientes), má absorção intestinal materna, fornecimento inadequado de nutrientes amnióticos e alantóides, ingestão de substâncias tóxicas, temperatura e estresse ambientais, distúrbios nos mecanismos metabólicos e homeostáticos maternos ou fetais, insuficiência ou disfunção do útero, endométrio ou placenta e manejo inadequado (Mellor, 1983; Mcevoy *et al.*, 2001; Redmer *et al.*, 2004; Wu *et al.*, 2004).

Em suínos, o CIUR tem sido associado ao comprometimento do crescimento fetal e placentário, causando baixo peso ao nascer (Town *et al.*, 2004; Town *et al.*, 2005). Ademais, os animais afetados pelo CIUR apresentam órgãos mais leves e disfunções no trato gastrointestinal quando comparados aos animais com crescimento intrauterino normal. Acredita-se que os prejuízos no desenvolvimento gastrointestinal são as principais causas pelas quais os animais com CIUR crescem mais lentamente em relação àqueles com crescimento intrauterino normal (Wang *et al.*, 2010).

A influência do crescimento intrauterino retardado na expressão de IGF-I (fator de crescimento semelhante à insulina) e nos receptores dos hormônios do crescimento e da insulina na mucosa intestinal (Laron, 2001). O hormônio do crescimento (GH), uma proteína secretada pela hipófise, atua diretamente e indiretamente por meio da indução de IGF- I para promover o crescimento tecidual e regular o metabolismo. O GH estimula a secreção de IGF- I pelo fígado e por tecidos-alvo periféricos (Laron, 2001). O IGF-I secretado localmente é responsável pela maioria dos efeitos de crescimento dependentes do GH. No entanto, é claro que GH e IGF-I atuam em sinergia nos tecidos-alvo (Laron, 2001). Nesse contexto, Wang *et al.* (2005) observaram que os animais com CIUR possuíam peso ao nascimento inferior a dois desvios-padrão da média de peso da população total, além de apresentarem menor expressão de RNAm de IGF-I na mucosa intestinal ($P < 0,05$) e tendiam a apresentar menor expressão de RNAm de receptores de GH e insulina na mucosa intestinal.

Desta forma, esses autores especularam que essa poderia ser uma das principais razões para o atraso no desenvolvimento gastrointestinal em suínos afetados pelo CIUR. A

expressão diminuída de IGF-I na mucosa intestinal nos casos de CIUR pode estar relacionada à redução da expressão do receptor de hormônio do crescimento na mucosa intestinal. Portanto, pode-se afirmar que as alterações na homeostase endócrina contribuem para as menores taxas de crescimento nos leitões afetados pelo CIUR.

Além das consequências já mencionadas, o crescimento intrauterino retardado em suínos também está associado ao baixo peso ao nascer e ao aumento do risco de morte fetal e neonatal (Xu *et al.*, 1994). Com impactos negativos permanentes sobre a fase neonatal até a vida extra-uterina: sobrevivência pré-desmame, crescimento pós-natal, eficiência de utilização de alimentos, saúde ao longo da vida do animal, composição de tecidos corporais (incluindo a proteína, gordura e sais minerais) e qualidade da carne (Wu *et al.*, 2006). A maioria dos leitões com baixo peso ao nascimento morre antes do desmame, e aqueles que sobrevivem sofrem de crescimento retardado permanente.

Em um estudo realizado entre 2003 e 2009 por Wu *et al.* (2009) observaram que os leitões com CIUR tinham o peso ao nascer inferior a 1,10 kg e representavam 76% das mortes pré-desmame. Dado que a alta mortalidade pré-desmame é um problema significativo na produção de suínos, a otimização do desenvolvimento embrionário-fetal e, conseqüentemente, do peso ao nascimento torna-se crucial para aumentar a eficiência da produção de carne suína.

3.2.2 Efeito do peso ao nascer do leitão sobre as fases de crescimento e terminação

Além de influenciar a sobrevivência e mortalidade dos leitões, o peso ao nascimento também afeta o peso ao desmame e o desempenho posterior até o abate (Panzardi *et al.*, 2009). Conforme a literatura, leitões que nascem com menor peso continuam apresentando pesos menores ao longo das fases de produção (Quiniou *et al.*, 2002) e necessitam de mais dias para atingir o peso de abate em comparação com seus irmãos maiores da mesma leitegada (Wolter & Ellis, 2001; Gondret *et al.*, 2006).

Nos estudos observados, diversos autores confirmaram o impacto do peso ao nascer no desempenho dos leitões nas fases de creche e terminação, esse fenômeno é conhecido como o efeito multiplicador dos pesos (Quiniou *et al.*, 2002; Rehfeldt & Kuhn, 2006; Beaulieu *et al.*, 2010). Todos esses estudos demonstraram que o efeito multiplicador dos pesos é real e bem estabelecido. A principal explicação biológica para esse fenômeno, conforme a literatura, está ligada ao desenvolvimento das fibras musculares nos fetos suínos, que ocorre de maneira diferenciada entre leitões leves e pesados ao nascer (Rehfeldt & Kuhn, 2006).

Segundo Gondret *et al.* (2006), leitões com menor peso ao nascimento apresentaram um número total de fibras musculares inferior em comparação aos seus irmãos mais pesados,

uma característica que se define antes do nascimento (Wigmore & Stickland, 1983). No entanto, esses leitões mostraram miofibras hipertrofiadas no momento do abate (Kuhn *et al.*, 2002; Gondret *et al.*, 2005). Além disso, Gondret *et al.* (2006) observaram que leitões pequenos ao nascer necessitaram de mais tempo para atingir o peso de abate e acumularam mais gordura na carcaça do que seus irmãos mais pesados.

Entretanto, a afirmação de que o peso ao nascimento afeta as características da carcaça suína permanece bastante controversa. Alguns estudos associam o baixo peso ao nascer com carcaças mais leves (Bee, 2004; Poore & Fowden, 2004; Gondret *et al.*, 2005), enquanto outros sugerem que nem o peso ao nascimento nem o número de fibras musculares influenciam os parâmetros da carcaça (Beaulieu *et al.*, 2010; Bérard *et al.*, 2008). As fases de crescimento e terminação representam a maior parte dos custos de alimentação dos animais. Consequentemente, muitas estratégias são desenvolvidas para reduzir a idade de abate e aumentar a eficiência alimentar (Talamini *et al.*, 2006).

Nesse contexto, o peso ao nascimento representa uma característica de grande relevância econômica para a suinocultura, uma vez que leitões com baixo peso apresentam menores taxas de sobrevivência, além de um desempenho inferior ao longo das fases subsequentes de crescimento (Quiniou *et al.*, 2002). O fenótipo de um suíno ao nascimento é determinado pelo seu crescimento embrionário e fetal, o qual está diretamente relacionado à disponibilidade de nutrientes durante a gestação e à capacidade do embrião ou feto de utilizar os substratos disponíveis (Rehfeldt & Kuhn, 2006).

De acordo com Gondret *et al.* (2006), leitões com baixo peso ao nascer precisam de mais 12 dias de alojamento para alcançar o peso de abate dos leitões nascidos com maior peso. No entanto, isso não resulta na mesma qualidade de carcaça, pois há variação na deposição dos tecidos corporais entre as diferentes categorias de peso ao nascer. Segundo Pardo (2013) e Lanferdini *et al.* (2018), os dados na literatura sobre o impacto do peso ao nascer nas características de carcaça e na qualidade da carne são bastante inconsistentes, possivelmente devido às diferentes condições experimentais (nutrição e ambiente).

Na literatura, apesar das inconsistências observadas, estudos indicam a influência do peso ao nascer nas características de carcaça e na qualidade da carne ao abate. Sabe-se que leitões com baixo peso ao nascer apresentam menor deposição de proteína e maior deposição de gordura na carcaça (Ceron, 2018). Esses animais têm maior espessura de toucinho, menor área de olho de lombo e menor porcentagem de carne magra na carcaça, o que prejudica seu valor comercial (Heyer *et al.*, 2004). Isso pode ser explicado pelo menor número de fibras musculares e menor diâmetro de adipócitos, resultantes da má nutrição fetal e do

desenvolvimento muscular pós-natal (Gondret *et al.*, 2006; Rehfeldt & Kuhn, 2006; Wang *et al.*, 2017).

Em uma meta-análise realizada sobre o tema, não foi observado nenhum efeito do peso ao nascer sobre o peso dos cortes comerciais dos suínos, exceto para o peso absoluto de pernil e o peso relativo de barriga (Lanferdini *et al.*, 2018). De acordo com Pardo (2013), o maior peso da barriga está associado a uma maior quantidade de gordura intramuscular encontrada nesse corte, afetada pela baixa eficiência alimentar apresentada pelos suínos leves na fase de terminação. Observa-se que, apesar das controvérsias existentes, o baixo peso ao nascer dos leitões pode ter graves consequências sobre o desenvolvimento pós-natal, as características de carcaça e a qualidade da carne. Dessa forma, torna-se importante desenvolver estratégias para aumentar o crescimento intrauterino e otimizar a formação de fibras musculares.

3.3. Estratégias nutricionais para o aumento do crescimento pré-natal dos leitões

A nutrição materna apresenta papel fundamental no desenvolvimento fetal, assim como, no desenvolvimento inicial dos neonatos e, durante o período de lactação, promove a regulação da produtividade da prole ao longo de sua vida, além disso, no momento da gravidez a nutrição materna provoca alteração na expressão do genoma fetal e no desenvolvimento dos órgãos e tecidos por meio da programação fetal (Zhang *et al.*, 2019).

Apesar dos grandes avanços no manejo e nutrição, os programas de alimentação para suínos adotados ainda permanecem abaixo do ideal, problemática que se deve em parte, ao conhecimento equivocado a respeito do metabolismo de aminoácidos (Wu *et al.*, 2017). Por outro lado, nos últimos anos, diversas estratégias nutricionais têm sido investigadas com o objetivo de melhorar o peso dos leitões ao nascer e melhorar o desempenho reprodutivo de suínos, algumas dessas estratégias envolvem a suplementação de L-carnitina, arginina ou ainda a suplementação com ractopamina para porcas gestantes.

3.3.1. L-carnitina

Dietas suplementadas com L-carnitina logo no início da gestação tem efeito na melhora e qualidade do oócito e embrião e no desenvolvimento de fibras musculares secundárias dos fetos, e na fase final da gestação utiliza-se a manipulação dos níveis de energia ou lisina buscando obter melhoria na uniformidade das ninhadas e melhor capacidade de termorregulação (Chaves, 2017; Ampode *et al.*, 2023).

A suplementação de porcas gestantes com L-carnitina tem sido associada a um aumento no tamanho da leitegada, sem impactar negativamente o peso dos leitões ao nascimento (Rooney, *et al.*, 2020). Rooney *et al.* (2019) observaram que suínos com baixo

peso ao nascer ($\leq 1,2$ kg), provenientes de porcas primíparas suplementadas com L-carnitina, apresentaram maior peso de carcaça e maior profundidade muscular no momento do abate. Esses efeitos estão associados ao aumento dos níveis circulantes de insulina e IGF circulantes durante a gestação, induzido pela suplementação materna com L-carnitina; essa suplementação favorece a foliculogênese e estimula a hiperplasia muscular pré-natal (Musser *et al.*, 1999).

A suplementação de leitões com L-carnitina durante as primeiras semanas de lactação pode influenciar positivamente a hiperplasia muscular no período pós-natal. Lösel *et al.* (2009) observaram que a suplementação de L-carnitina em leitões com baixo peso ao nascer ($\leq 1,16$ kg) promoveu um aumento no número total de fibras musculares no músculo semitendinoso, enquanto esse mesmo efeito não foi observado em leitões com maior peso ao nascimento. Esse resultado é justificado pelo autor com base no papel da L-carnitina na estimulação da β -oxidação de ácidos graxos, na melhora do balanço energético a nível muscular e na ativação da miogênese muscular pós-natal nos leitões com baixo peso ao nascer.

Na pesquisa realizada por Musser *et al.*, (1999) foi observado em seu trabalho que fêmeas gestantes suplementadas com L-carnitina (5º-112º dia) alcançaram entre 60 e 90 dias, período compreendido pelo maior desenvolvimento de fibras musculares, maiores concentrações de insulina e IGF-I, fator que pode estar atrelado ao maior peso ao nascer dos animais.

Segundo a pesquisa feita por Chaves *et al.* (2017), o resultado do desempenho produtivo de matrizes suínas suplementadas com L-carnitina no período de gestação foi superior ao controle, como apresentado na tabela 2, houve ganho no número de leitões nascidos, uma diminuição na mortalidade da leitegada e um ganho no peso total da leitegada.

Tabela 2. Desempenho produtivo de matrizes suínas suplementadas ou não com L-carnitina no período de gestação.

Variável	Controle (n=33)	L-cartinina (n=32)
Leitões nascidos totais (n)	15,10	15,85
Leitões nascidos vivos (n)	14,12	14,71
Peso leitegada total (kg)	20,78	20,83

n: número de observações. Adaptado: Chaves *et al.* (2017).

3.3.2. L-arginina

A L-arginina é um aminoácido empregado principalmente para a síntese de poliaminas, óxido nítrico, creatina e proteína e sua utilização no terço final da gestação contribui na uniformidade do peso da leitegada, havendo transferência de nutrientes entre a mãe e o feto (Bertolini *et al.*, 2023).

Rodrigues *et al.*, (2021) avaliando a suplementação de L-arginina para porcas nulíparas durante o último terço da gestação observou um aumento na expressão de mRNA dos principais fatores miogênicos, fator que pode ter contribuído na melhora das taxas de crescimento dos animais. Um estudo realizado por Rooney *et al.* (2020), que aplicou de 125 mg/dia de L-carnitina na dieta de porcas concluiu que a suplementação aumentou o número total de leitões, com 17 animais nascidos apresentando em média 1,36 kg.

Sob um regime nutricional padronizado, a suplementação dietética de L-arginina na quantidade de 10 g/kg de dieta, do dia 30 ao dia 110 da gestação, afeta o desempenho reprodutivo de leitoas, aumentando a sobrevivência fetal e o peso ao nascer da ninhada viva (Mateo *et al.*, 2007).

Em um estudo realizado por Bérard e Bee (2010), foi observado que a suplementação de arginina entre os 14 e 28 dias de gestação promove efeitos positivos na formação de fibras musculares, além de aumentar o número de fetos viáveis e o peso total dos fetos aos 75 dias de gestação. A suplementação com arginina pode ser particularmente mais eficaz no último terço da gestação, uma vez que o ganho de peso fetal é mais acentuado nos últimos 20 dias desse período, o que sugere que os benefícios da suplementação podem ser potencializados nas fases finais da gestação (Quesnel *et al.*, 2014; Palencia *et al.*, 2018).

A suplementação materna com 0,5% de L-arginina resultou em uma redução de 8,3% na taxa de natimortalidade, além de promover um aumento de 9,8% no número de leitões nascidos vivos e de 6,4% no peso médio da leitegada (Nuntapaitoon *et al.* 2018). A suplementação de arginina em porcas lactantes pode influenciar diretamente a composição nutricional do leite, promovendo melhorias no desempenho dos leitões durante a fase de lactação. A inclusão de 1% de L-arginina na dieta materna pode resultar em um aumento significativo na concentração de imunoglobulina G (IgG) no colostro, potencializando a transferência passiva de imunidade para os leitões e contribuindo para um melhor desenvolvimento e resistência a desafios imunológicos no período neonatal. (Nuntapaitoon *et al.* 2018), fator que pode influenciar na mortalidade pós-natal.

Segundo a pesquisa feita por Quesnel *et al.* (2014), observar a tabela 3, teve como resultado da suplementação de L-arginina do 77º dia à terminação da gestação, uma aumento

no número de leitões nascidos e uma aumento no número de leitões nascidos vivos, porém em contrapartida houve uma aumento no numero de mortes após 24 hoas do nascimento.

Tabela 3. Efeitos da suplementação de L-arginina do 77º dia à terminação da gestação na performance da leitegada.

Variável	Controle	L-arginina
Leitões nascidos totais	15.1	16.2
Leitões nascidos vivos	13.8	14.9
Leitões mortos em 24 horas	0.7	1.4

Adaptado de Quesnel *et al.* (2014).

3.3.3. Ractopamina

Com relação à ractopamina, a adição de 20 ppm segundo Oelke *et al.* (2013) pode promover melhor peso do leitão ao desmame, que obteve $6,71 \pm 0,112$ Kg dos animais em comparação a dieta controle $6,17 \pm 0,098$ kg. Não somente, porcas alimentadas com ractopamina produziram leitões com peso ao nascer 11% maior, no mesmo estudo animais suplementados com uma combinação de ractopamina + L-arginina obteve uma maior porcentagem dos leitões, com peso de nascimento superior a 1,6kg (Garbossa, 2014).

A suplementação com ractopamina por ser um agonista β -adrenérgico está atrelada no estímulo de maior quantidade de massa muscular esquelética por hipertrofia celular, colaborando na redução dos teores de gordura das carcaças (Ceron *et al.*, 2021).

A suplementação com ractopamina 20 mg/kg ao longo do período de 25 a 50 dias de gestação foi associada ao ganho de peso no nascimento quando comparado ao controle, contribuindo para a formação e o aprimoramento da musculatura ainda na fase pré-natal (Martinez *et al.* 2020), demonstrou também aumentar o peso fetal, o número de fibras musculares do semitendíneo ao nascimento, o peso ao nascer dos leitões e as taxas de crescimento dos leitões desde a fase de pré-desmame até o acabamento e, consequentemente, o peso ao abate (Hoshi *et al.*, 2005; Garbossa *et al.*, 2015).

A característica do número de fibras musculares desempenha um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento dos leitões, estando diretamente associada a uma taxa de crescimento mais acelerada e eficiente. Além disso, apresenta uma correlação negativa com a deposição de gordura, o que significa que um maior número de fibras musculares tende a resultar em menor acúmulo de tecido adiposo. Por esse motivo, essa variável é amplamente reconhecida como um indicador crucial do potencial de desempenho, influenciando diretamente fatores como ganho de massa muscular, eficiência alimentar e qualidade da composição

corporal ao longo do desenvolvimento (Borosky, 2010).

Segundo Ryu e Kim (2005) o tipo de fibra muscular exerce grande influência na qualidade da carne, pois está diretamente ligado ao metabolismo post-mortem, afetando parâmetros como pH, retenção de água, maciez e suculência, que determinam as características sensoriais do produto final.

Em um comparativo entre os estudos realizados por Garbossa, *et al.* (2015) e Martinez, *et al.* (2019), foi observado que a suplementação de com ractopamina (20 mg/kg) nos leitões de porcas entre 25 e 53 dias de gestação, observar tabela 4 e tabela 5, resultou em um peso inicial e final superiores em relação aos leitões do grupo controle, além disso, observou-se um aumento na quantidade de fibras musculares nos leitões suplementados em comparação com aqueles do grupo controle.

Tabela 4. Efeitos da suplementação com ractopamina (20 mg/kg) nos leitões de porcas entre 25 e 53 dias de gestação, do nascimento ao desmame no o peso corporal, ganho de peso diário.

ID	Controle			Ractopamina (20 mg/kg)		
	Peso Corporal			Peso Corporal		
	Inicial, kg	Final, kg	GPD, g/d	Inicial, kg	Final, kg	GPD, g/d
1*	1,39	5,59	193,8	1,48	5,89	201,9
2**	1,37	5,62	204,6	1,41	5,64	204,6

*Garbossa, *et al.* (2015); **Martinez, *et al.* (2019).

Tabela 5. Efeitos da suplementação com ractopamina (20 mg/kg) nos leitões de porcas entre 25 e 53 dias de gestação, do nascimento ao desmame nas fibras musculares.

ID	Controle		Ractopamina (20 mg/kg)	
	nº/mm ²	Diâmetro, µm	nº/mm ²	Diâmetro, µm
1*	947,49	32,35	904,05	37,63
2**	2546,64	9,17	2377,06	8,94

* Garbossa, *et al.* (2015); **Martinez, *et al.* (2019).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nutrição materna exerce um papel fundamental na programação fetal em matrizes suínas, impactando diretamente o desenvolvimento dos fetos e o desempenho dos leitões após o nascimento. Uma dieta balanceada e adequada durante a gestação é crucial para assegurar a transferência de nutrientes essenciais para o crescimento fetal, prevenir complicações como o crescimento intrauterino retardado (CIUR), e melhorar a saúde e viabilidade dos leitões. Refletindo no nascimento de leitegadas mais uniformes, proporcionando melhor eficiência produtiva e qualidade da carne.

Assim, a otimização da nutrição materna não apenas garante a sobrevivência e o desenvolvimento inicial dos leitões, mas também contribui para a produtividade e sustentabilidade da suinocultura.

Desta forma, o manejo nutricional e zootécnico na fase de reprodução tem íntima ligação com o peso do leitão ao nascer, sendo este um fator de extrema importância, garantindo inicialmente sua sobrevivência e, posteriormente um ótimo crescimento e desenvolvimento até o dia do abate.

A suplementação na nutrição materna tem se mostrado uma estratégia eficaz para potencializar o desenvolvimento fetal e otimizar o desempenho da prole. Embora a adequada formulação da dieta durante a gestação seja o principal fator determinante para a expressão máxima do potencial da leitegada, a inclusão de suplementos nutricionais pode contribuir significativamente para a melhoria da viabilidade neonatal, do crescimento inicial e da uniformidade dos leitões ao nascimento. Dessa forma, a suplementação deve ser empregada como um complemento à nutrição balanceada, associada a um manejo alimentar preciso e a boas práticas de criação, visando maximizar a produtividade e a eficiência reprodutiva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA; DIAS. Pregnancy in pigs: the journey of an early life. **Domestic Animal Endocrinology**, 1 jan. 2022. v. 78, p. 106656–106656. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739724021000539>>. Acesso em: 2 maio 2024.

ALVARENGA, A. L. N. Implicações da programação pré-natal sobre o desempenho subsequente, características de carcaça e qualidade de carne em suínos. **Tese**, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8PPPCM/1/0.0_tese_final.pdf>. Acesso em: 25 maio 2024.

AMDI, C. *et al.* Intrauterine growth restriction in piglets alters blood cell counts and impairs cytokine responses in peripheral mononuclear cells 24 days post-partum. **Scientific reports**, 13 mar. 2020. v. 10, n. 1. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-020-61623-w>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

AMPODE, M. B. *et al.* Bump Feeding Improves Sow Reproductive Performance, Milk Yield, Piglet Birth Weight, and Farrowing Behavior. **Animals**, 9 out. 2023. v. 13, n. 19, p. 3148–3148. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/13/19/3148>>. Acesso em: 7 maio 2024.

BAUER, R. *et al.* Impact of asymmetric intrauterine growth restriction on organ function in newborn piglets. **European journal of obstetrics, gynecology, and reproductive biology/European journal of obstetrics & gynecology and reproductive biology**, 1 set. 2003. v. 110, p. S40–S49. Disponível em: <<https://www-sciencedirect.ez19.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0301211503001714>>. Acesso em: 28 maio 2024.

BÉRARD, J.; BEE, G. Effects of dietary L-arginine supplementation to gilts during early gestation on foetal survival, growth and myofiber formation. **Animal**, v. 4, n. 10, p. 1680-1687, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731110000881>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BERNARDI, M.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. Desenvolvimento do conceito suíno e fatores que predispõem à mumificação. **ResearchGate**, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272833690_Desenvolvimento_do_concepto_suino_e_fatores_que_predispoe_a_mumificacao>. Acesso em: 28 maio 2024.

BERTOLINI, A. *et al.* Leitões com baixo peso ao nascer, quais estratégias utilizar. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, 2023. v. 2, p. 11–23. Disponível em: <<https://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/68>>. Acesso em: 29 maio 2024.

BOROSKY, J.C. *et al.* Características das fibras musculares do l. Dorsi e qualidade da carne de suínos de quatro linhagens. **Archivos de Zootecnia**. [online]. 2010, vol.59, n.226, pp.277-286. ISSN 1885-4494. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/336623112_Caracteristicas_das_fibras_musculares_do_l_Dorsi_e_qualidade_da_carne_de_suinos_de_quatro_linhagens>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BULNES *et al.* Developmental Origins of Health and Disease in swine: implications for animal production and biomedical research. **Theriogenology**, 1 jul. 2016. v. 86, n. 1, p. 110–119. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X16001436>>. Acesso em: 2 maio 2024.

CAMPOS PH, SILVA BAN, DONZELE JL, OLIVEIRA RFM, KNOL EF. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**. 6:797–806, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1751731111002242>>. Acesso em: 25 maio 2024.

CERON, M. S. *et al.* VARIABILIDADE DE PESO DE LEITÕES AO NASCIMENTO: EFEITO SOBRE O DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA. **Suinocultura e Avicultura: Do Básico a Zootecnia de Precisão**, 2021. p. 317–331. Disponível em: <<http://downloads.editoracientifica.org/articles/210202991.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2023.

CHAVES, R. Suplementação de L-carnitina na ração de matrizes suínas nulíparas e primíparas.

Ufmg.br, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-BC2M9Q>>. Acesso em: 29 maio 2024.

D'INCA, R. *et al.* Intrauterine Growth Restriction Delays Feeding-Induced Gut Adaptation in Term Newborn Pigs. **Neonatology**, 25 set. 2010. v. 99, n. 3, p. 208–216. Disponível em: <<https://karger.com/neo/article-abstract/99/3/208/228204/Intrauterine-Growth-Restriction-Delays-Feeding?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

DOU, M. *et al.* Expressions of Insulin-like Growth Factor System among Different Breeds Impact Piglets' Growth during Weaning. **Animals**, 25 set. 2023. v. 13, n. 19, p. 3011–3011. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/13/19/3011>>. Acesso em: 2 maio 2024.

DU *et al.* Fetal Programming in Meat Production. **Meat science**, 1 nov. 2015. v. 109, p. 40–47. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25953215/>>. Acesso em: 2 maio 2024.

FERGUSON J.D. Nutrition and reproduction in dairy herds. **Veterinary Clinics: Food Animal Practice**. 21: 325-347, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2005.03.001>>. Acesso em: 25 maio 2024.

FOXCROFT *et al.* Prenatal Programming of Postnatal Development in the Pig. **Society of Reproduction and Fertility supplement**, 2015. v. 66. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19848290/>>. Acesso em: 8 maio 2024.

FURTADO, J. Efeitos da nutrição de matrizes gestantes no imprinting fetal em suínos. **Nutritime.com.br**, 2019. Disponível em: <<https://www.nutritime.com.br/artigos/artigo-500-efeitos-da-nutricao-de-matrizes-gestantes-no-imprinting-fetal-em-suinos/>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

GARBOSSA, C. Arginina e ractopamina na nutrição de porcas gestantes: efeitos sobre o desenvolvimento fetal e pós-natal das progênes. **Ufla.br**, 11 ago. 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/4507>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

GARBOSSA, C. A. P., JÚNIOR, F. M. C., SILVEIRA, H., FARIA, P. B., SCHINCKEL, A. P., ABREU, M. L. T., & CANTARELLI, V. S. (2015). Effects of ractopamine and arginine

dietary supplementation for sows on growth performance and carcass quality of their progenies1. **Journal of Animal Science**, 93(6), 2872–2884. Disponível em: <<http://academic.oup.com/jas/article-abstract/93/6/2872/4703611?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 19 fev. 2025.

GÓMEZ, M. *et al.* Differential Effects of Litter Size and Within-Litter Birthweight on Postnatal Traits of Fatty Pigs. **Animals**, 17 maio. 2020. v. 10, n. 5, p. 870–870. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/5/870>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

HAMMELL, D. L. *et al.* Effect of Protein Malnutrition of the Sow on Reproductive Performance and on Postnatal Learning and Performance of the Offspring. **Journal of animal science/Journal of animal science ... and ASAS reference compendium**, 1 set. 1976. v. 43, n. 3, p. 589–597. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article-abstract/43/3/589/4700000?redirectedFrom=fulltext&login=false>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

HOSHI, E. H. *et al.* Muscle fiber number and growth performance of pigs from sows treated with ractopamine. **Asian-australasian journal of animal sciences**, v. 18, n. 10, p. 1492-1497, 2005. Disponível em: <<https://www.animbiosci.org/journal/view.php?number=21146>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

Jl, Y. *et al.* Fetal and neonatal programming of postnatal growth and feed efficiency in swine. **Journal of Animal Science and Biotechnology/Journal of animal science and biotechnology**, 5 maio. 2017. v. 8, n. 1. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez19.periodicos.capes.gov.br/article/10.1186/s40104-017-0173-5>>. Acesso em: 2 maio 2024.

KIM, B.G. *et al.* Amino acid digestibility and energy concentration in a novel source of high-protein distillers dried grains and their effects on growth performance of pigs. **Journal of Animal Science**, v.87, n.12, p.4013-4021, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2009-2060>>. Acesso em: 25 maio 2024.

LÖSEL, D.; KALBE, C.; REHFELDT, C. L-Carnitine supplementation during suckling intensifies the early postnatal skeletal myofiber formation in piglets of low birth weight. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 7, p. 2216-2226, 2009. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731113000268>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MARTINEZ, C. H. G. *et al.* Dietary ractopamine supplementation of pregnant sows: what are the impacts on the neonate? **Animal**, 1 jan. 2020. v. 14, n. 1, p. 50–58. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731119001496?via%3Dihub>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

MATEO, R. D., WU, G., MOON, H. K., CARROLL, J. A., & KIM, S. W. (2008). Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets1. **Journal of Animal Science**, 86(4), 827–835. doi:10.2527/jas.2007-0371 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5693580_Effects_of_dietary_arginine_supplementation_during_gestation_and_lactation_on_the_performance_of_lactating_primiparous_sows_and_nursing_piglets>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MATHESON, S. M. *et al.* Genetic Selection against Intrauterine Growth Retardation in piglets: a Problem at the Piglet Level with a Solution at the Sow Level. **Genetics Selection Evolution**, 18 set. 2018. v. 50, n. 1. Disponível em: <<https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12711-018-0417-7>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

McPHERSON, R. L., F. JI, G. WU, J. R. BLANTON, And S. W. KIM. Fetal growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. **Journal of Animal Science**.v.82, p.3014– 3020. 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/2004.8292534x>>. Acesso em: 25 maio 2024.

MILLIGAN BN, DEWEY CE, DE GRAU AF. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Prev Vet Med**. 56:119–27, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(02\)00157-5](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(02)00157-5)>. Acesso em: 25 maio 2024.

MORONI, J. L.; DYCK, M. Desenvolvimento embrionário: Quando Avaliar O Fenótipo E Sua Relação Com O Genótipo. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, 2021. v. 45, n. 4, p. 302–308. Acesso em: 8 mar. 2023.

MUSSER, R. E. *et al.* Effects of L-carnitine fed during gestation and lactation on sow and litter performance. **Journal of animal science/Journal of animal science**, 1 jan. 1999. v. 77, n. 12, p. 3289–3289. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10641876/>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

NUNTAPAITOON, M. *et al.* L-arginine supplementation in sow diet during late gestation decrease stillborn piglet, increase piglet birth weight and increase immunoglobulin G concentration in colostrum. **Theriogenology**, v. 121, p. 27-34, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X18306381>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

OELKE *et al.* EVALUATION OF THE USE OF RACTOPAMINE IN THE PREGNANCY OF SOWS: EFFECT ON THE PERFORMANCE OF PIGLETS. **ResearchGate**, 23 out. 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/342571703>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

OELKE, C. A. Digestibilidade e desempenho produtivo e metabólico de porcas alimentadas com três níveis de fibra bruta durante a gestação. **Ufrgs.br**, 2016. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/140925>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

PALENCIA, J. Y. P. *et al.* Arginine for gestating sows and foetal development: A systematic review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 1, p. 204-213, 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28263002/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PALENCIA, J. Estudo Da Miogênese Fetal De Suínos Em Diferentes Períodos Gestacionais. **UFLA:** [s.n.], 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10504/2/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Estudo%20da%20miog%C3%AAnese%20fetal%20de%20su%C3%ADnos%20em%20diferentes%20per%C3%ADodos%20gestacionais.pdf>. Acesso em: 2024.

PONTELO, T. Desenvolvimento Gonadal De Fetos Suínos E Sua Relação Com Medidas Fetais. **Ibict.br**, 2015. Disponível em: <https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/BRCRIS_174bdc7af18ca7e5825d78b3ad143139>

>. Acesso em: 2 maio 2024.

QUESNEL, H. et al. Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of animal science**, v. 92, n. 4, p. 1445-1450, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24492569/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock production science**, v. 78, n. 1, p. 63-70, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301622602001811>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

REHFELDT, C., KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science** 84 (E-Suppl.): E113-E123, 2006. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16582082/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

REHFELDT, C.; STABENOW, B.; PFUHL, R.; BLOCK, J.; NÜRNBERG, G.; OTTEN, W.; METGES, C.C. AND KALBE, C. Effects of limited and excess protein intakes of pregnant gilts on carcass quality and cellular properties of skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue in fattening pigs. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 1, p. 184-196, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2011-4234>>. Acesso em: 25 maio 2024.

REHFELDT C., NISSEN P.M., KUHN G., VESTERGAARD M., ENDER K. & OKSBJERG N. Effects of maternal nutrition and porcine growth hormone (pGH) treatment during gestation on endocrine and metabolic factors in sows, fetuses and pigs, skeletal muscle development, and postnatal growth. **Domestic Animal Endocrinology**. 27: 267-285, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2004.06.005>>. Acesso em: 25 maio 2024.

ROBINSON J.J., SINCLAIR K.D. & MCEVOY T.G. Nutritional effects on foetal growth. **Animal Science**. 68: 315-331, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1357729800050323>>. Acesso em: 25 maio 2024.

RODRIGUES *et al.* L-Arginine Supplementation for Nulliparous Sows during the Last Third of Gestation. **Capex.gov.br**, 2021. Disponível em: <<https://www-periodicos-capes-gov-br.ezl.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=&id=W4200484254>>. Acesso em: 6 jun. 2024.

ROONEY, H. B. *et al.* Effect of l-carnitine supplementation and sugar beet pulp inclusion in gilt gestation diets on gilt live weight, lactation feed intake, and offspring growth from birth to slaughter. **Journal of animal science**, v. 97, n. 10, p. 4208-4218, 2019. 57. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31410445/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

ROONEY, H. B. *et al.* Effect of dietary l-carnitine supplementation to sows during gestation and/or lactation on sow productivity, muscle maturation and lifetime growth in progeny from large litters. **British journal of nutrition**, 4 mar. 2020. v. 124, n. 1, p. 43–56. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32127055/>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

RYU, Y. C., & Kim, B. C. (2005). The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig longissimus dorsi muscle. **Meat Science**, 71(2), 351–357. doi:10.1016/j.meatsci.2005.04.015 Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22064236/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

SCAIN; SILVA. Aspectos Anatomofisiológicos Da Reprodução Da Fêmea suína: Revisão De Literatura / Anatomophysiological Aspects of Swine Female reproduction: Literature Review. **Brazilian Journal of Development**, 5 nov. 2021. v. 7, n. 11, p. 102639–102656. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/39070>>. Acesso em: 2 maio 2024.

SCHOKNECHT *et al.* Protein restriction in early pregnancy alters fetal and placental growth and allantoic fluid proteins in swine. **Theriogenology**, 1 ago. 1994. v. 42, n. 2, p. 217–226. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0093691X94902658?via%3Dihub>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

THEIL, P. K. *et al.* Effects of Gestation and Transition diets, Piglet Birth weight, and Fasting Time on Depletion of Glycogen Pools in Liver and 3 Muscles of Newborn piglets1. **Journal of**

animal science/Journal of animal science, 1 jun. 2011. v. 89, n. 6, p. 1805–1816. Disponível em: <<https://academic-oup-com.ez19.periodicos.capes.gov.br/jas/article/89/6/1805/4764424>>. Acesso em: 9 maio 2024.

TOWN S.C., PUTMAN C., TURCHINSKY J., DIXON W.T. & FOXCROFT G.R. Number of conceptuses in utero affects porcine foetal muscle development. **Reproduction**. 128: 443-454, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1530/rep.1.00069>>. Acesso em: 25 maio 2024.

WANG, J. *et al.* Physiological alterations associated with intrauterine growth restriction in fetal pigs: Causes and insights for nutritional optimization. **Molecular reproduction and development**, 29 jun. 2017. v. 84, n. 9, p. 897–904. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez19.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/mrd.22842>>. Acesso em: 8 maio 2024.

WANG, W. *et al.* Effect of maternal dietary starch-to-fat ratio and daily energy intake during late pregnancy on the performance and lipid metabolism of primiparous sows and newborn piglets. **Journal of animal science/Journal of animal science ... and ASAS reference compendium**, 1 abr. 2022. v. 100, n. 4. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9030130/>>. Acesso em: 9 maio 2024.

WU *et al.* Impacts of Amino Acid Nutrition on Pregnancy Outcome in pigs: Mechanisms and Implications for Swine Production. **Animal Science**, 2024. Disponível em: <https://academic-oup-com.ez19.periodicos.capes.gov.br/jas/article/88/suppl_13/E195/4779783>. Acesso em: 8 maio 2010.

WU, G. *et al.* Functional amino acids in the development of the pig placenta. **Molecular reproduction and development**, 8 jun. 2017. v. 84, n. 9, p. 870–882. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez19.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/mrd.22809>>. Acesso em: 7 maio 2024.

WU, Z. *et al.* RACK1 may participate in placental development at mid-gestation via regulating trophoblast cell proliferation and migration in pigs. **Molecular reproduction and development**, 13 mar. 2023. v. 90, n. 4, p. 248–259. Disponível em: <<https://onlinelibrary-wiley.ez19.periodicos.capes.gov.br/doi/full/10.1002/mrd.23680>>. Acesso em: 2 maio 2024.

ZHANG, S. *et al.* Role of Maternal Dietary Protein and Amino Acids on Fetal Programming, Early Neonatal Development, and Lactation in Swine. **Animals**, 13 jan. 2019. v. 9, n. 1, p. 19–19. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/9/1/19>>. Acesso em: 2 maio 2024.