



DAVISON COSTA NASCIMENTO

**PERFIS FISIOLÓGICO E METABÓLICO DE LEITÕES
NEONATOS EM FUNÇÃO DO PESO E DA RESTRIÇÃO DE
CRESCIMENTO INTRAUTERINO**

LAVRAS – MG

2023

DAVISON COSTA NASCIMENTO

**PERFIS FISIOLÓGICO E METABÓLICO DE LEITÕES NEONATOS EM FUNÇÃO
DO PESO E DA RESTRIÇÃO DE CRESCIMENTO INTRAUTERINO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

LAVRAS – MG

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Nascimento, Davison Costa.

Perfis fisiológico e metabólico de leitões neonatos em função do peso e da restrição de crescimento intrauterino / Davison Costa Nascimento. - 2022.

52 p.

Orientador(a): Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Baixa viabilidade. 2. Descarte. 3. Hiperprolificidade. I. de Abreu, Márvio Lobão Teixeira. II. Título.

DAVISON COSTA NASCIMENTO

**PERFIS FISIOLÓGICO E METABÓLICO DE LEITÕES NEONATOS EM FUNÇÃO
DO PESO E DA RESTRIÇÃO DE CRESCIMENTO INTRAUTERINO**

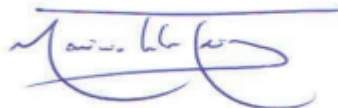
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 20 de dezembro de 2022.

Prof. DR. Márvio Lobão Teixeira de Abreu - UFLA

Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira - UFERSA

Prof. DR. Leonardo da Silva Fonseca - UFVJM



Orientador

LAVRAS - MG

2023

DEDICO

A minha família, que sempre me apoiou em todos os momentos da minha vida. Dedico a todos que de alguma forma contribuíram para concluir essa trajetória. Dedico ao meu amigo de república Carlos, que muito me ajudou, principalmente nos momentos mais difíceis durante a pandemia. Obrigado a todos vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter iluminado meu caminho e ter colocado pessoas maravilhosas nele.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de cursar o mestrado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Ao grupo de Nutrição Funcional de Suínos, o qual eu me sinto honrado em participar. Ao Núcleo de Estudos em Suinocultura – NESUI, pela receptividade, amizade, auxílio e aprendizado.

À Fazenda São Paulo pelo apoio ao desenvolvimento científico e parceria no projeto de pesquisa para o término do meu mestrado, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram com as idas na granja durante o projeto, Fábio, Maria Paula, Gustavo, em especial ao Fábio, imprescindível ao projeto, sem ele tudo seria mais difícil certamente. Todos que de alguma forma me auxiliaram no laboratório, Joana, Jefferson, Pedro Massahiro, Pedro Gomes, agradeço também aos funcionários do LPA-UFLA pelas dicas e orientações.

Agradeço a Professora Alcineia e ao professor Eduardo, por toda disponibilidade. Agradeço aos alunos Marcelo e Bruna, por toda ajuda no laboratório de carnes.

Ao meu orientador, Professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pela orientação, atenção, paciência, ensinamentos e disposição para me auxiliar ao longo de todos esses meses de Mestrado.

Aos componentes da banca, Professores Leonardo da Silva Fonseca e Rennan Herculano Rufino Moreira.

A todos os meus amigos que estiveram comigo durante essa fase, Carlos e José Maria.

MUITO OBRIGADO!!

“Não é a força mas a constância dos bons resultados que conduz os homens à felicidade.”
Friedrich Nietzsche

RESUMO

O melhoramento genético proporcionou o aumento no número de leitões nascidos/porca/ano. Contudo, resultou em maior desgaste corporal das matrizes na fase de gestação. Além disso, o organismo das matrizes vêm se mostrando limitado, principalmente na capacidade de fluxo sanguíneo placentário, aumentando a incidência de leitões com baixo peso e restrição de crescimento intrauterino (CIUR). Esses animais possuem menor capacidade de ganho de peso e maior risco de mortalidade. Dessa forma, esses leitões são descartados do sistema de produção. Entretanto, essa retirada se faz sem quaisquer critérios bem definidos, o que pode levar ao descarte de leitões que seriam viáveis para o sistema de produção. Diante disso, objetivou-se avaliar os leitões de diferentes categorias de CIUR e de diferentes faixas de peso com base no perfil fisiológico e metabólico dos leitões. Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos com 10 repetições sendo cada repetição composta por um leitão. Os tratamentos 1 e 2 foram, leitões (sem características de CIUR) com peso abaixo de 500 g e leitões com faixa de peso entre 500 a 800 g respectivamente; os tratamentos 3 e 4, leitões CIUR grau leve (com apenas uma característica de cabeça CIUR) abaixo de 500 g e 500 a 800 g respectivamente; os tratamentos 5 e 6, leitões CIUR grau severo (com duas ou mais características de cabeça CIUR) abaixo de 500 g e 500 a 800 g respectivamente; o tratamento 7 foram leitões com peso médio de nascimento da granja 1.200 g. Foram avaliados a temperatura retal, as medidas morfológicas (altura e comprimento de cabeça, comprimento corporal e circunferência torácica), peso dos órgãos e composição bioquímica sanguínea. Os leitões mais pesados apresentaram maior temperatura retal ($P=0,003$). Leitões com peso médio da granja (1.200 g) e leitões normais 500 a 800 g, apresentaram maior circunferência torácica ($P<0,05$). O Comprimento corporal e tamanho de cabeça foram maiores nos leitões com peso médio da granja ($P<0,05$). O peso do esôfago, coração, estômago, rins, fígado, intestino delgado e grosso, baço e pulmão foram maiores nos leitões média da granja, seguindo dos leitões normais e CIUR com peso 500 a 800 g ($P<0,05$), exceto os leitões CIUR severo 500 a 800 g, não diferindo dos leitões abaixo de 500 g. O perfil metabólico sanguíneo, apenas os leitões com peso médio da granja apresentaram maiores concentrações de glicose ($P=0,016$), sendo os demais iguais. Leitões normais abaixo de 500 g, apresentaram maiores concentrações de albumina, proteína total e gama glutamil transferase ($P<0,05$). As concentrações de ureia, creatinina, colesterol total, HDL, triglicérido, fosfatase alcalina foram iguais ($P>0,05$). Os leitões CIUR severo 500 a 800 g, apresentaram maiores concentrações de aspartato amino transferase, alanina amina transferase ($P<0,05$). Os leitões CIUR leve (500 a 800 g) apresentam tamanhos de órgãos e perfil bioquímico sanguíneo semelhantes aos leitões normais na mesma faixa de peso, indicando que esses animais podem ser viáveis dentro do sistema de produção. Os leitões CIUR severo (500 a 800g) apresentam um pior desenvolvimentos dos órgãos, e isso pode influenciar no desempenho futuro desses leitões.

Palavras-chave: Baixa viabilidade. CIUR. Descarte. Hiperprolificidade.

ABSTRACT

Genetic improvement provided an increase in the number of piglets born/sow/year. However, it resulted in greater body wear of the sows during the gestation phase. In addition, the organism of sows has been shown to be limited, mainly in the ability of placental blood flow, increasing the incidence of piglets with low weight and intrauterine growth restriction (IUGR). These animals have a lower capacity for weight gain and a higher risk of mortality. Thus, these piglets are discarded from the production system. However, this removal is done without any well-defined criteria, which can lead to discarding piglets that would be viable for the production system. Therefore, the objective was to evaluate piglets of different IUGR categories and different weight ranges based on the physiological and metabolic profile of the piglets. A completely randomized design (DIC) was used with seven treatments with 10 replications, each replication consisting of one piglet. Treatments 1 and 2 were piglets (without IUGR characteristics) weighing less than 500 g and piglets weighing between 500 g and 800 g respectively; treatments 3 and 4, mild grade IUGR piglets (with only one IUGR head trait) below 500 g and 500 to 800 g respectively; treatments 5 and 6, severe grade IUGR piglets (with two or more IUGR head traits) below 500 g and 500 to 800 g respectively; treatment 7 were piglets with average birth weight on the farm of 1,200 g. Rectal temperature, morphological measurements (height and head length, body length and chest circumference), organ weight and blood biochemical composition were evaluated. Heavier piglets had higher rectal temperature ($P=0.003$). Piglets with average farm weight (1,200 g) and normal piglets, 500 g to 800 g, had greater thoracic circumference ($P<0.05$). Body length and head size were higher in average farm weight piglets ($P<0.05$). The weight of the esophagus, heart, stomach, kidneys, liver, small and large intestine, spleen and lung were higher in average piglets from the farm, followed by normal and IUGR piglets weighing 500 to 800 g ($P<0.05$), except the piglets CIUR severe 500 to 800 g, not differing from the piglets below 500 g. The blood metabolic profile, only piglets with average weight on the farm had higher concentrations of glucose ($P=0.016$), with the others being equal. Normal piglets weighing less than 500 g had higher concentrations of albumin, total protein and gamma glutamyl transferase ($P<0.05$). The concentrations of urea, creatinine, total cholesterol, HDL, triglycerides, alkaline phosphatase were the same ($P>0.05$). Severe IUGR piglets from 500 to 800 g had higher concentrations of aspartate amino transferase, alanine amine transferase ($P<0.05$). Light IUGR piglets (500 to 800 g) had similar organ sizes and blood biochemical profile to normal piglets in the same weight range, indicating that these animals may be viable within the production system. Severe IUGR piglets (500 to 800 g) had worse organ development, and this may influence the future performance of these piglets.

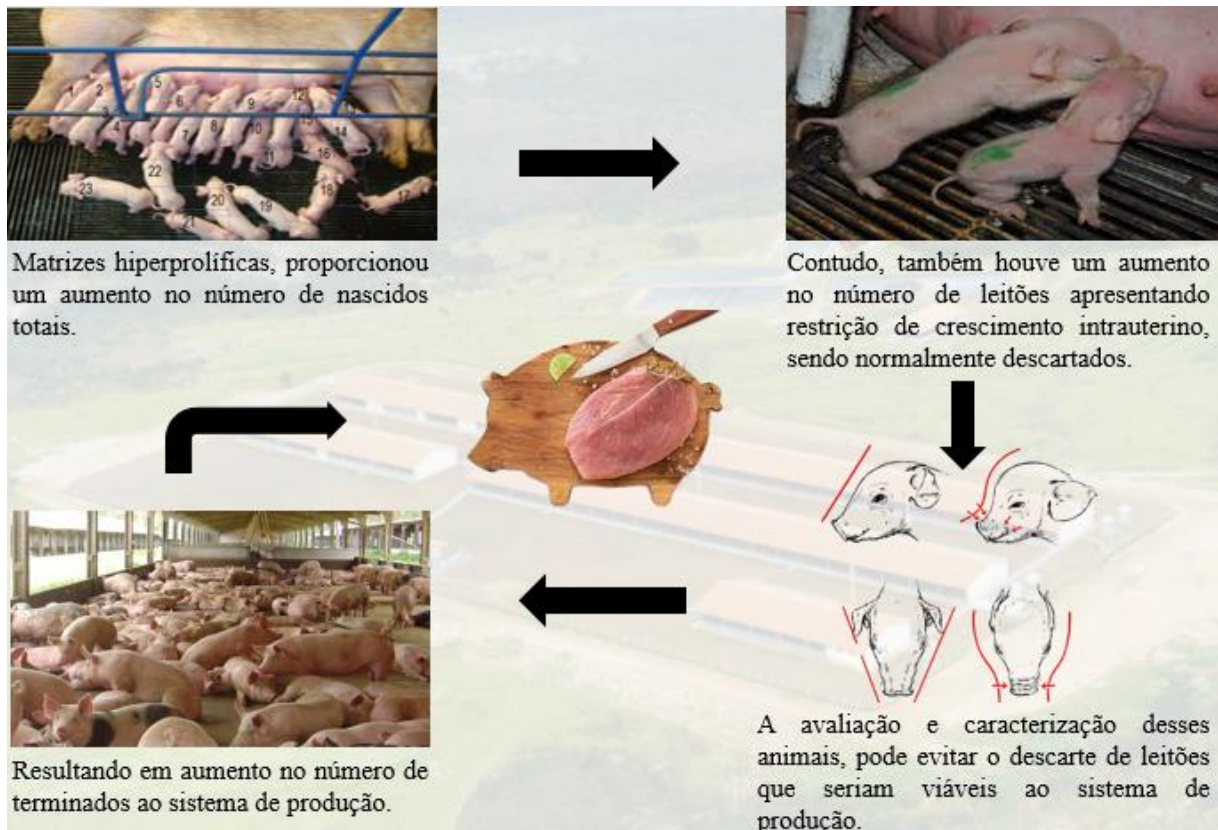
Keywords: Low viability. IUGR. Discard. Hyperprolificity.

Perfis fisiológico e metabólico de leitões neonatos em função do peso e da restrição de crescimento intrauterino

Elaborado por **Davison Costa Nascimento** e orientado por **Márvio Lobão Teixeira de Abreu**

A suinocultura atualmente utiliza-se de matrizes suínas hiperprolíficas, o que proporcionou um aumento do número de fetos, gerando mais leitões no sistema de produção. Entretanto, o organismo dessas matrizes demonstra-se limitado, principalmente referente a capacidade de fluxo sanguíneo placentário, o que acaba por gerar maior competição por nutrientes. Esse fator, provocou um aumento na incidência de leitões com baixo peso e leitões apresentando restrição de crescimento intrauterino.

Leitões com restrição de crescimento intrauterino, são um dos maiores problemas dentro do sistema de produção de suínos. Devido a isso, em muitas granjas, esses leitões são descartados do sistema de produção. Entretanto, essa retirada se faz sem quaisquer critérios definidos, o que pode levar ao descarte de leitões que seriam viáveis para o sistema de produção. O presente estudo teve como objetivo avaliar os leitões com diferentes graus de restrição intrauterina em diferentes faixas de pesos. A avaliação e caracterização desses animais, pode evitar a perda de leitões viáveis ao sistema de produção.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Caracterização dos leitões em (A) normal, (B) CIUR leve e (C) CIUR severo.....34

Figura 2. Temperatura retal de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de crescimento intrauterino.....46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Peso e características morfológicas de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de crescimento intrauterino	47
Tabela 2. Peso relativo dos órgãos de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de crescimento intrauterino	48
Tabela 3. Relação peso dos órgãos/ peso vivo de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de crescimento intrauterino	49
Tabela 4. Variáveis bioquímicas sanguíneas de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de crescimento intrauterino.....	50
Tabela 5. Composição centesimal da carcaça de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de crescimento intrauterino.....	51

LISTA DE ABREVIACÕES

CIUR	Restrio de crescimento intrauterino.
g.	Gramas.
GGT/ Gama GT.	Gama glutamil transferase
g/dl.	Gramas por decilitro
Kg.	Quilogramas
mmol/l.	Milimol por litro
mg/dl.	Miligramas por decilitro
TGO.	Aspartato aminotransferase
TGP.	Alanina aminotransferase
TGP.	Alanina aminotransferase
U/l.	Unidade por litro
μ mol/L.	micromol por litro

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	15
INTRODUÇÃO.....	15
1. IMPACTOS DA HIPERPROLIFICIDADE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS	17
2. CRESCIMENTO INTRAUTERINO RETARDADO (CIUR)	19
3. TEMPERATURA RETAL DE LEITÕES NEONATOS.....	21
4. PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO	21
4.1 Albumina	21
4.2 Glicose.....	22
4.3 Proteínas totais.....	22
4.4 Ureia	22
4.5 Colesterol total.....	23
4.6 HDL.....	23
4.7 Triglicerídeos.....	23
4.8 Creatinina	24
4.9 Gama glutamil transferase	24
4.10 Fosfatase alcalina.....	24
4.11 ASPARTATO AMINOTRANSFERASE E ALANINA AMINOTRANSFERASE.....	24
4.12 Cálcio.....	25
4.13 Ferro	25
4.14 Magnésio	25
5. Análises bromatológicas da carcaça	26
5.1 Matéria seca (MS)	26
5.2 Proteína bruta (PB)	26
5.3 Extrato etéreo (EE)	26
5.4 Matéria mineral (MM).....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
SEGUNDA PARTE – ARTIGO.....	31
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. Material e métodos	34
2.1 Animais, delineamento experimental e classificação dos leitões	34
2.2 Temperatura retal e medidas morfométricas de leitões neonatos.....	35

2.3 Colheita, obtenção do soro e análises sanguíneas	35
2.4 Sacrifício e transporte dos animais	36
2.5 Composição centesimal	36
3. Análise estatística	37
4. Resultados.....	37
5. Discussão.....	39
6. Conclusões.....	42
Referências bibliográficas	44

PRIMEIRA PARTE

INTRODUÇÃO

A suinocultura moderna vem enfrentando grandes desafios frente a sua produtividade. Os avanços no melhoramento genético proporcionaram aumento no número de leitões nascidos/porca/ano, promovendo impacto positivo na produção de carne suína. Entretanto, as matrizes modernas se tornaram mais exigentes nutricionalmente, pois além de possuírem maior peso corporal, são mais precoces e produtivas, quando comparado às linhas genéticas mais antigas. Contudo, esse desafio resulta muitas vezes em desgaste corporal excessivo na fase de lactação, e como consequência frequentemente ocorrem falhas reprodutivas, principalmente devido à perda excessiva de condição corporal, o que culmina com a redução da produtividade, e aumento a taxa de descarte, comprometendo rendimento econômico do sistema produtivo.

Outro ponto importante, devido a hiperprolificidade, o organismo das matrizes vêm se mostrando limitado durante a fase de gestação, principalmente na capacidade de fluxo sanguíneo placentário, aumentando a competição por nutrientes, o que proporciona o aumento da incidência de leitões com baixa viabilidade, decorrentes do crescimento intrauterino retardado.

Neste sentido, a capacidade uterina não comporta um número excessivo de leitões, e como consequência, a qualidade da leitegada diminui, reduzindo o peso ao nascimento e aumentando a variabilidade. Essa redução se dá pela maior limitação no espaço uterino por leitão e fluxo sanguíneo na placenta, favorecendo o aumento no número de leitões de baixa viabilidade, e ou leitões com crescimento intrauterino retardado (CIUR). Os leitões CIUR são conhecidos pelo seu crescimento assimétrico, sendo que o organismo do leitão prioriza o crescimento do cérebro em detrimento aos demais órgãos. Esse efeito é conhecido como “poupador do cérebro”. Dessa forma, os leitões apresentam características morfológicas da cabeça bastante específicas, sendo as principais a cabeça arredondada e testa íngreme (perfil de golfinho), orelhas para trás, olhos saltados e rugas na comissura labial e perpendiculares à boca. Dessa forma, os leitões podem ser classificados em dois diferentes tipos de CIUR, leve e severo. CIUR leve são aqueles que possuem apenas uma característica de cabeça, enquanto os severos possuem duas ou mais.

Leitões considerados leves e leitões CIUR são um dos maiores problemas dentro do sistema de produção de suínos, pois possuem menor capacidade de ganho de peso e maior risco

de mortalidade pré e pós-desmame, quando comparados com leitões normais. Devido a esses fatores, em muitas granjas, leitões de baixo peso são descartados do sistema de produção. Entretanto, essa retirada se faz sem quaisquer critérios bem definidos, o que pode levar ao descarte de leitões de baixo peso que seriam viáveis para o sistema de produção.

Objetivou-se avaliar os leitões de diferentes categorias de CIUR e de diferentes faixas de peso com base no perfil fisiológico e metabólico dos leitões.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. IMPACTOS DA HIPERPROLIFICIDADE NO SISTEMA DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Com o avanço do melhoramento genético, as matrizes suínas modernas aumentaram o desmame de leitões/ano, o que propicia maior número de animais no sistema, e consequentemente maior lucro. Entretanto, o aumento no número de animais nascidos proporcionou maior variabilidade de peso ao nascimento, resultando em maior número de animais com baixa viabilidade (MOREIRA et al, 2019).

De certa forma, o fluxo sanguíneo uterino aumenta à medida que se aumenta o número de leitões. Entretanto, essa capacidade no aumento do fluxo, não se dá na mesma proporção ao aumento no número de conceptos, o que propicia redução no volume de nutrientes e oxigênio por feto (PÈRE e ETIENNE, 2000). Dessa forma, as trocas gasosas e a passagem de nutrientes da matriz para o feto, ficam comprometidas (REYNOLDS E REDMER, 2001).

Devido ao aumento do número de conceptos dentro do útero, a capacidade uterina de suprir nutricionalmente todos os fetos, se demonstra limitada. Isso pode ocasionar uma restrição no desenvolvimento das fibras musculares dos fetos, o que compromete o crescimento e o desenvolvimento do indivíduo tanto no período pré-natal, quanto no período pós-natal (FOXCROFT et al, 2006). De acordo com Silva et al. (2012), leitões mais leves apresentam menor número de fibras musculares, o que reduz a sua capacidade de crescimento e desenvolvimento no período pós-natal, justificando o fato de apresentarem menor peso corporal.

Além disso, os leitões com menor peso ao nascimento possuem menor probabilidade de sobrevivência, pois apresentam baixas reservas hepática e muscular de glicogênio, o que compromete a termorregulação e o vigor desses animais, contribuindo para baixa capacidade de ingestão de colostro nas primeiras horas de vida (LAY Jr et al, 2002). De acordo com Muns et al. (2016), leitões leves abaixo de 700 g possuem menores reservas energéticas, menor imunidade passiva, menores capacidade de manter a temperatura e menor competitividade pelos tetos, quando comparados a animais mais pesados.

Quiniou, Dagorn e Gaudré. (2002), avaliando a variação do peso ao nascimento dos leitões e as consequências no desempenho, observaram redução no peso médio ao nascimento de 1,59 kg para 1,26 kg quando o número de leitões aumentou de 11 leitões para 16, o que representa uma queda média de 35 g a menos por cada leitão nascido adicional. Esse resultado

pode ser explicado por (PALENCIA et al, 2018), em estudos sobre a miogênese fetal suína em diferentes períodos de gestação, encontraram que embriões que se implantam na base uterina, tem seu desenvolvimento reduzido em comparação com os implantados no ápice, o que poderia ser uma justificativa para maior variabilidade de peso dentro de leitegadas numerosas.

Zeng et al. (2019), observaram que leitões que pesavam abaixo de 1,0 kg ao nascimento apresentaram maior probabilidade de morte, quando comparados aos leitões com peso acima de 1,0 kg ao nascimento. A taxa de mortalidade de leitões nascidos com peso inferior a 1,0 kg foi 43,9%. Os autores ainda reforçam que leitões menores de 1,0 kg, apresentam risco de mortalidade 8,5 vezes maior, comparados aos leitões com peso acima de 1,0 kg ao nascimento (ZENG et al, 2019). De acordo com Feldpausch et al. (2019), avaliando o limiar de peso ao nascer para identificar leitões em risco de mortalidade pré-desmame, observaram que a ocorrência de leitões com peso abaixo de 1,11 kg foi de 15,2% e que esses leitões apresentaram taxa de mortalidade de 34,4% no período pré-desmame, contra 8,2% para os leitões acima de 1,11kg.

Quiniou, Dagorn e Gaudré. (2002), avaliando a variação do peso ao nascimento dos leitões e as suas consequências no desempenho, observaram que leitões nascidos com peso inferior a 0,6 kg apresentavam mortalidade de 85% durante a fase de maternidade, e para a faixa de peso de 0,6 a 0,8 kg, 52%, e que a maior parte dessas mortes, ocorrem nos primeiros sete dias de vida desses leitões. Além disso, os mesmos autores constataram que os leitões que nascidos com peso inferior a 0,6 kg, demoram três semanas a mais para atingir 25 kg em comparação com os de maior peso.

De uma forma geral, leitões de baixo peso ao nascimento são animais vulneráveis, apresentando limitações desde o momento do nascimento. Esses animais possuem menor vitalidade e menor mobilidade, sendo menos vigorosos para se alimentar, o que faz com que apresentem menor capacidade de competir pelos melhores tetos. Dessa forma, os animais mais leves tendem a ingerir menores quantidade de colostro e, posteriormente, de leite, o que os tornam mais vulneráveis à subnutrição (VANDEN HOLE et al, 2019).

O aumento no número de leitões leves, por consequência da restrição do aporte de nutrientes para os conceptos durante a fase de gestação, também está associada a outro fenômeno chamado de crescimento intrauterino retardado (CIUR), condição em que o feto prioriza o desenvolvimento cerebral em detrimento de outros órgãos, por exemplo fígado ou coração, levando a um menor desenvolvimento (FOXCROFT et al, 2006; ROZA et al, 2008).

Dentre as medidas para se determinar a ocorrência de CIUR, podemos utilizar o peso ao nascimento sendo inferior a dois desvios padrão da média de peso da leitegada, características morfológicas da cabeça. Outra forma seria relacionar o peso do cérebro com o peso do fígado, em animais normais essa relação é menor que um, entretanto, esse último método levaria ao abate do animal, podendo não ser viável em muitos casos (BETARELLI et al, 2013).

2. CRESCIMENTO INTRAUTERINO RETARDADO (CIUR)

O CIUR pode ser definido como a redução no crescimento e desenvolvimento de fetos de mamíferos ou de seus órgãos durante a gestação (AMDI et al, 2013). Os leitões CIUR podem ser identificados por meio de alterações morfológicas observadas na cabeça dos animais. Entretanto, essas alterações morfológicas ocorridas nos leitões CIUR não são encontradas somente na cabeça do leitão, sendo também o crescimento de alguns importantes órgãos do feto acometidos, tendo seu crescimento reduzido (HANSEN et al, 2019).

No desenvolvimento desses animais, o organismo prioriza o crescimento principalmente do cérebro, em detrimento por exemplo, do fígado, coração, rins dentre outros (BAUER et al., 2003). Este fenômeno é conhecido como “poupador do cérebro”, uma reação de adaptação do organismo do leitão frente à insuficiência nutricional, que é provocada pela má vascularização sanguínea da placenta, levando a uma insuficiência placentária. Dessa forma, o recém-nascido apresenta a cabeça com o perfil de golfinho, devido ao maior desenvolvimento cerebral em comparação ao restante do corpo (ROZA et al, 2008; HALES et al, 2013).

Hansen et al., (2019), em estudo com 3402 leitões, verificaram que os leitões CIUR apresentaram maior relação cérebro:fígado e cérebro:coração, quando comparados aos leitões classificados como normais. Tais achados corroboram com a tese do crescimento priorizado do cérebro nos animais que passaram por restrição na fase fetal. Os mesmos autores descrevem que leitões com restrição de crescimento intrauterino, nascem de leitegadas mais numerosas, comparados aos leitões normais, e que os leitões natimortos CIUR são mais leves e menores, comparando aos normais (HANSEN et al, 2019).

Outro ponto abordado pelos autores, é que animais que passaram por restrição de crescimento intrauterino, possuem maior probabilidade de morrer logo após o nascimento e durante a amamentação, quando comparados aos leitões que não tiveram restrição (HANSEN et al, 2019). Um dos motivos para maior mortalidade desses leitões pode ser explicado pelo menor desenvolvimento de órgãos, como por exemplo o fígado e intestino (AMDI et al, 2013).

O fígado é um importante reservatório de glicogênio para o animal, no qual a reserva de glicogênio hepática é utilizada imediatamente após o nascimento do leitão para regulação térmica, movimento e amamentação. Dessa forma, leitões CIUR apresentam menores reservas, o que pode levar ao esgotamento energético mais rápido e morte (AMDI et al, 2013). Além disso, Alvarenga et al. (2013), encontraram alterações na mucosa duodenal de leitões CIUR, sendo esta relatada como mais fina, comparada à de leitões normais. Dessa forma, a imaturidade fisiológica do intestino delgado, poderia aumentar os riscos de desenvolvimento de doenças intestinais, aumentando inflamação e reduzindo a capacidade digestiva.

Em outro estudo, Amdi et al. (2016), analisando o peso do cérebro, coração, fígado, baço, rins e estômago de leitões CIUR e normais, observaram que os leitões CIUR apresentaram redução significativa no peso de todos os órgãos, exceto cérebro. Da mesma forma, Lynegaard et al. (2020) relataram resultados semelhantes em seu estudo, demonstrando redução significativa no peso de órgão de leitões CIUR.

Lynegaard et al. (2019), analisando o desenvolvimento de órgãos de suínos com crescimento intrauterino retardado, observaram que as relações cérebro:órgão se mantiveram até o desmame. No entanto, as características morfológicas presentes na cabeça, típicas de leitões CIUR desaparecem gradativamente de acordo com o crescimento do leitão, após esses animais atingirem o peso médio de 2 kg, já aparentando serem leitões normais (AMDI et al, 2013).

Embora vários autores mostrem que leitões CIUR apresentam muitas desvantagens quando comparado aos leitões normais, estudos demonstram que alguns desses animais apresentam condições de alcançar peso de abate. Contudo, Matyba et al. (2021) observaram que tanto o diâmetro, quanto o número de fibras musculares foram menores em leitões CIUR, podendo ser um indicativo de que esse aumento no peso dos leitões, seria resultado de maior deposição de gordura na carcaça.

Entretanto Lynegaard et al. (2019), observaram que não houve diferenças na proporção de tecido muscular e tecido adiposo na carcaça entre animais CIUR e normais. Nesse mesmo estudo, os autores ainda explicam que o efeito da restrição de crescimento intrauterino, apenas provocou um atraso de seis dias para o abate dos animais (LYNEGAARD et al, 2019).

No geral, os animais CIUR sofrem consequências na vida adulta, apresentando crescimento inferior aos leitões normais (ALVARENGA et al, 2013); Magnabosco et al. (2015). Há de salientar, que nem todo leitão leve é CIUR, entretanto, todo CIUR é leve.

3. TEMPERATURA RETAL DE LEITÕES NEONATOS

A capacidade de termorregulação dos leitões está diretamente relacionada com peso ao nascimento (HERPIN; DAMON; & LE DIVIDICH, 2020). Os leitões nascem com suprimento limitado de energia, contendo pouco tecido adiposo e nenhuma gordura marrom, que em outras espécies desempenha um papel importante na termorregulação (HERPIN; DAMON & LE DIVIDICH, 2020). Além disso, os leitões com baixo peso, possuem uma relação superfície/volume maior do que os leitões grandes, dessa forma, a perda de calor é proporcionalmente maior (TUCKER et al, 2021).

Diante disso, é essencial que esses leitões tenham a capacidade de acessar uma teta para mamar e termorregular. Kammersgaard et al. (2011) observaram uma correlação positiva entre as temperaturas retais e o peso ao nascimento. A temperatura, juntamente com a termorregulação, estão diretamente relacionadas com a probabilidade de sobrevivência e desempenho do leitão ao início do período de amamentação (PANZARDI et al, 2013).

4. PERFIL BIOQUÍMICO SANGUÍNEO

O perfil bioquímico sanguíneo é um conjunto de metabolitos sanguíneos, cujo a função está diretamente relacionada com funções metabólicas desempenhadas pelos órgãos e tecidos (GONZÁLEZ & SCHEFFER, 2003). Dessa forma, composição do plasma sanguíneo poderia indicar a condição metabólica dos leitões, podendo ser associada a fatores nutricionais, ambientais ou patológicos (GONZÁLES E SILVA, 2006). Os leitões CIUR possuem menor desenvolvimento dos órgãos, devido ao seu efeito "poupador do cérebro" (HANSEN et al., 2019). Diante disso, uma desordem metabólica no plasma desses leitões, poderiam indicar menor função de órgãos importantes para seu desenvolvimento.

4.1 Albumina

É a proteína mais abundante no plasma, compondo cerca de 50% do total de proteínas. É sintetizada no fígado, importante reserva proteica, bem como um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, cálcio, hormônios e bilirrubina (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Níveis de albumina diminuídos são indicadores de falha/lesão hepática. A única causa de aumento da albumina plasmática (hiperalbuminemia) é a desidratação (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Dessa forma, níveis mais baixos em animais CIUR, poderia ser um indicativo de menor funcionalidade hepática, devido ao menor desenvolvimento do fígado, provocado pelo "efeito

poupador" do cérebro. Outro ponto seria maiores concentrações, podendo indicar animais menos hidratados. Li et al. (2021) não encontraram diferenças significativas nos níveis de albumina de leitões CIUR e leitões normais.

4.2 Glicose

Dentre os metabólitos usados, a glicose é considerada o mais importante, sendo vital para funções, tais como o metabolismo do cérebro. O fígado é o órgão responsável pela sua síntese a partir de moléculas precursoras na via da gliconeogênese (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Níveis mais baixos em CIUR, indicam menor energia e ou menor digestibilidade, sendo assim, os animais apresentam menor vigor e conseqüentemente poderiam ter menor ingestão de colostro/leite, o que poderia prejudicar seu desenvolvimento.

Amdí et al. (2016), encontraram menores concentrações nos níveis de glicose de leitões CIUR, quando comparados aos leitões normais, de forma semelhante (LYNEGAARD et al, 2019 e AMDI et al, 2013), também relataram menores concentrações de glicose nos animais CIUR, sugerindo que leitões com níveis mais baixos de glicose no sangue podem não ter recebido quantidades adequadas de nutrientes, o que causaria esgotamento mais rápido das reservas de glicogênio.

4.3 Proteínas totais

No sangue reflete o estado nutricional, e pode ser usada no diagnóstico de doenças renais, hepáticas e de outros distúrbios (GONZÁLES E SCHEFFER, 2003). As possíveis causas que levam à diminuição das proteínas totais no sangue são: Doenças hepáticas, que prejudicam a produção de albumina e de globulina no fígado; Doenças renais, devido à perda de proteínas na urina (GONZÁLES E SCHEFFER, 2003). Dessa maneira, níveis mais baixos em leitões CIUR em relação aos normais, poderiam indicar complicações tanto hepática quanto renais. Amdí et al. (2016) não observaram diferenças significativas nas concentrações de proteína total entre leitões CIUR e leitões normais.

4.4 Ureia

É sintetizada no fígado a partir da amônia oriunda do catabolismo de aminoácidos. Os níveis de ureia são analisados em relação ao nível de proteína na dieta e ao funcionamento renal (GONZÁLEZ, 1997). O nível de ureia é indicador de funcionamento renal, e sua elevação pode

indicar um mal funcionamento dos rins. Além disso, um aumento nas concentrações plasmáticas de ureia, pode ser o resultado do aumento do catabolismo de aminoácidos, possivelmente pelo seu desequilíbrio ou deficiência em um ou mais aminoácidos (LI et al, 2021). Já a diminuição de ureia ocorre em casos de insuficiência hepática (GONZÁLEZ, 1997).

4.5 Colesterol total

Nos animais pode ser tanto de origem exógena, proveniente dos alimentos, como endógena, sendo sintetizado, a partir do acetil-CoA, no fígado, gônadas, intestino, dentre outros (CHAMPE & HARVEY, 2000). Em CIUR, uma diminuição poderia indicar menores reservas energéticas. Li et al. (2021), encontraram redução significativas nas concentrações de colesterol total no plasma de CIUR em comparação com leitões normais. Entretanto, Amdí et al. (2016) não encontraram diferenças nas concentrações de colesterol total entre leitões CIUR e normais.

4.6 HDL

Atua removendo o excesso de colesterol dos tecidos, transportando para o fígado, para que seja degradado (LEHNINGER et al, 2002). Diante disso, essa lipoproteína passou a ser chamada de “colesterol bom”. Principal via de degradação do colesterol pela conversão a ácidos biliares no fígado, estes são liberados no intestino delgado, onde auxiliam na absorção dos lipídios para formarem os quilomicrons (LEHNINGER et al, 2002). Dessa forma, possuem a função de transportar ácidos graxos da dieta para os tecidos onde eles serão consumidos ou armazenados como combustível.

4.7 Triglicerídeos

Principais gorduras do organismo é importante reserva energética. Níveis mais baixos podem indicar condições como subnutrição, alterações metabólicas, má absorção de nutrientes, entre outros (CHAMPE & HARVEY, 2000). Além disso, podem indicar uma menor quantidade de energia disponível para o funcionamento de todo o organismo, incluindo órgãos vitais como cérebro, coração e rins, aumentando assim o risco de morte (CHAMPE & HARVEY, 2000). Li et al. (2021), encontraram redução significativa nas concentrações plasmáticas de triglicerídeos em leitões CIUR comparado aos leitões normais.

4.8 Creatinina

Se forma endogenamente a partir da conversão da creatina, composto que armazena energia no músculo (fosfocreatina) (MADDOCK et al, 2002). A síntese de creatinina ocorre de forma constante, influenciada sobretudo pela massa muscular (MADDOCK et al, 2002). Aumenta de forma mais significativa e rápida em casos de insuficiência renal. Amdi et al. (2020) e Amdi et al. (2016) não encontraram diferenças significativas nas concentrações de creatinina entre leitões CIUR e leitões normais.

4.9 Gama glutamil transferase

É uma enzima também conhecida como gama GT. Encontra-se associada às membranas, mas também está no citosol, especialmente nos epitélios dos dutos biliares e renais. Somente aquela de origem hepática é normalmente encontrada no soro, pois a de origem renal é excretada na urina (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). A GGT urinária provém da GGT renal, sendo indicativa de dano renal. A GGT do soro é de origem hepática, sendo indicativo de problemas no fígado (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Amdi et al. (2016) não observaram encontradas diferenças significativas nas concentrações plasmáticas de GGT entre leitões CIUR e leitões normais.

4.10 Fosfatase alcalina

A fosfatase alcalina ou FA, catalisa a hidrólise de ésteres de ácido fosfórico em condições alcalinas. A isoforma hepática da FA é a que predomina no plasma, tendo maior importância em doença hepatobiliar (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Assim, na colestase, ocorre aumento da concentração de FA, de forma que quanto maior a atividade da FA, maior o grau de obstrução biliar (GIANNIN & SAVARINO, 2005). A isoforma renal não está presente no plasma. Quando há dano renal, a FA aparece na urina junto com a enzima GGT. Amdi et al. (2016) não observaram diferenças significativas nas concentrações plasmáticas de FA entre leitões CIUR e normais.

4.11 ASPARTATO AMINOTRANSFERASE E ALANINA AMINOTRANSFERASE

Aspartato amino transferase (TGO) e alanina amino transferase (TGP) TGO é uma enzima produzida no fígado, mas também está presente no coração, músculos, rins e cérebro. Pode ser usada para avaliar lesão hepática em pequenos animais da mesma forma que a TGP,

porém com uma especificidade muito menor (GIANNIN & SAVARINO, 2005). O TGP é a enzima produzida, em sua maioria, no fígado. Seus níveis desregulares possuem maior associação às condições hepáticas (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Quando os níveis dessas enzimas estão elevados, pode indicar lesões de células do fígado causadas por infecções, medicamentos, tumores, traumas, intoxicação, mal desenvolvimento e entre outros. A elevação nos níveis de TGP é mais específica para doenças hepáticas. Já a elevação de TGO pode estar relacionada a complicações nos músculos, rins, cérebro e coração. Amdi et al. (2020) não observaram diferenças significativas nas concentrações de TGO e TGP no plasma de leitões CIUR e leitões normais.

4.12 Cálcio

Um dos principais e mais abundantes minerais encontrados no organismo, participando da mineralização de ossos, na contração muscular, coagulação do sanguínea e transmissão de impulsos no sistema nervoso (GONZÁLEZ & SILVA, 2006). Distúrbios metabólicos por falta de cálcio poderiam levar os leitões a doenças, como raquitismo. Entretanto, Amdi et al. (2013) não observaram diferenças significativas nas concentrações séricas do soro de leitões CIUR e leitões normais.

4.13 Ferro

É um micromineral indispensável ao organismo animal, principalmente no período neonatal, devido ao ferro ser essencial na formação da hemoglobina, que é responsável pelo transporte de oxigênio em nível celular (GONZÁLEZ & SILVA, 2006). Menores concentrações em CIUR poderiam indicar, maiores chances de desenvolver anemia ferropriva. Amdi et al. (2020), não observaram diferenças nas concentrações plasmáticas de ferro entre leitões CIUR e leitões normais.

4.14 Magnésio

O magnésio (Mg) é essencial com inúmeras funções celulares, importante mineral para os animais, atuando como cofator em diversas reações enzimáticas (ARANDA; PLANELLS & LLOPIS, 2000). Presente em importantes reações enzimáticas, nas quais podem se ligar às enzimas ou aos substratos, participando da transmissão sináptica no sistema nervoso central, operando como um modulador durante o acoplamento excitação-contração no músculo

esquelético e ativação neuromuscular (RICCÓ, 2004). Atua, ainda, no sistema imunológico como segundo mensageiro (LI et al, 2011).

5. Análises bromatológicas da carcaça

As análises bromatológicas e ou composição centesimal corresponde à uma proporção de grupos homogêneos de substâncias, sendo compostos que se encontram em praticamente todos os alimentos, presentes em 100 gramas do mesmo, exprimindo de forma grosseira o seu valor nutritivo (MAHAN, 2005). A determinação da composição centesimal (teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas) dos alimentos, é realizada desde 1864 (VILAS BOAS, 1999). A composição geral de carne suína consiste de 70 a 80% de água, 18 a 20% de proteína, 3 a 7% de gordura, 1 a 3% de minerais e menos que 1% de carboidratos (SEUS, 1990).

5.1 Matéria seca (MS)

A água é um dos principais componentes da carne considerado um dos mais importantes. A umidade é definida como a perda de peso que as amostras apresentam quando aquecidas à temperatura de 100/105 °C até obter uma massa constante, obtendo a matéria seca, que representa a massa do material totalmente livre de água (FELLÍCIO, 1999). Os valores de matéria seca facilitam a comparação qualitativa entre diferentes alimentos.

5.2 Proteína bruta (PB)

O termo Proteína Bruta (PB) envolve um grupo de substâncias com estruturas que são semelhantes entre si, porém com funções fisiológicas diferentes (CHAME, HARVEY, FERRIER, 2009). Baseado no fato das proteínas terem porcentagem de nitrogênio quase constante é possível determinar o nitrogênio e por meio de um fator de conversão e transformar o resultado em PB (CHAME, HARVEY, FERRIER, 2009). Então, PB significa o nitrogênio total contido em um material analisado, multiplicado pelo fator convencional 6,25.

5.3 Extrato etéreo (EE)

Os lipídeos são formados por um amplo grupo de compostos, apresentando uma alta solubilidade em solventes orgânicos apolares, e sendo insolúveis em água (FENNEMA, 1996). Sua composição na carne animal está armazenada em quatro maneiras: região externa, subcutânea, intermuscular, intramuscular; contribuindo para a suculência e a maciez da carne,

e essa quantidade lipídica depende da espécie, sexo, idade, alimentação e até mesmo o clima da região (MATURANO, 2003).

5.4 Matéria mineral (MM)

A determinação da cinza fornece apenas uma indicação de elementos minerais presentes na amostra analisada. Os minerais presentes nos alimentos em geral, especialmente a carne, exercem função fisiológica em sua constituição, tendo em vista sua participação em processos bioquímicos do organismo (GONZÁLEZ & SILVA, 2006).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido às mudanças genéticas e ao aumento no número de leitões gerados durante a gestação, as fêmeas suínas modernas estão cada vez mais exigentes nutricionalmente. Contudo, o organismo dessas fêmeas encontra-se limitado em suprir essa maior demanda metabólica, o que tem ocasionado leitões com maior variabilidade de peso ao nascimento e aumento de leitões CIUR. Dessa forma, esses leitões são descartados do sistema de produção. Entretanto, essa retirada se faz sem quaisquer critérios bem definidos, o que poderia levar ao descarte de leitões que seriam viáveis para o sistema de produção. A avaliação e caracterização desses animais, poderia evitar a perda de leitões viáveis ao sistema de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, A. L. N. et al. Intra-uterine growth retardation affects birthweight and postnatal development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass traits. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 25, n. 2, p. 387-395, 2013.

AMDI, C. et al. Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 12, p. 5605-5613, 2013.

AMDI, C. et al. Intrauterine growth-restricted piglets have similar gastric emptying rates but lower rectal temperatures and altered blood values when compared with normal-weight piglets at birth. **Journal of animal science**, v. 94, n. 11, p. 4583-4590, 2016.

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. **Sci Rep.** doi: 10.1038/s41598-020-61623-w 2020.

ARANDA P; PLANELLS E, LLOPIS J. Magnesio. **Ars Pharm** [Internet]. 20 de diciembre de 1999 [citado 22 de marzo de 2023];41(1):91-100. Disponible en: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5736>, 2000.

BAUER, R. et al. Impact of asymmetric intrauterine growth restriction on organ function in newborn piglets. **European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**, v. 110, p. S40-S49, 2003.

BRYONY S. TUCKER, B, S et al. Piglet Viability: A Review of Identification and Pre-Weaning Management Strategies. **Animals**, 11, 2902. doi.org/10.3390/ani11102902, 2021.

CHAME, P. C; HARVEY, R. A; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. Tradução Carla Dalmaz. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 2.

FELDPAUSCH, Julie A. et al. Birth weight threshold for identifying piglets at risk for preweaning mortality. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 633-640, 2019.

FELICIO, P. E. Qualidade da carne bovina: Características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36.,1999, PortoAlegre. **Anais... dos simpósios e workshops**. p. 89-97.

FENEMA, O. R. **Food Chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, 1996.

FOXCROFT, G. R. et al. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. suppl_13, p. E105-E112, 2006.

GIANNINI, E. G AND VINCENZO SAVARINO Liver enzyme alteration: a guide for clinicians. **Canadian Medical Association Journal**, 172 (3) 367-379; DOI: <https://doi.org/10.1503/cmaj.1040752> , 2000.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. (Eds): **Anais do primeiro Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.73-89, 2003.

GONZÁLEZ, F.H.D & SILVA, S.C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. Porto Alegre: **Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 357p, 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3ª edição ed. 2017.

HALES, J. et al. Individual physical characteristics of neonatal piglets affect preweaning survival of piglets born in a noncrated system. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 10, p. 4991-5003, 2013.

HANSEN, C. F. et al. Intrauterine growth-restricted piglets defined by their head shape have impaired survival and growth during the suckling period. **Animal Production Science**, v. 59, n. 6, p. 1056-1062, 2019.

HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. **Livest. Prod. Sci.** 2002, 78, 25–45.

HUTING, A. M. S. et al. Once small always small? To what extent morphometric characteristics and post-weaning starter regime affect pig lifetime growth performance. *Porcine health management*, v. 4, n. 1, p. 21, 2018.

KAMMERSGAARD, T. S., L. J. PEDERSEN, AND E. JORGENSEN. Hypothermia in neonatal piglets: Interactions and causes of individual differences. **J. Anim. Sci.** 89:2073–2085. doi:10.2527/jas.2010-3022, 2011.

LAY JR. et al. Prewaning survival in swine. **Journal of Animal Science**, v.80, p.74- 86, 2002.

LYNEGAARD, J. C., Hansen, C. F., Kristensen, A. R., & Amdi, C. Body composition and organ development of intra-uterine growth restricted pigs at weaning. **Animal**, 14(2), 322-329, 2019.

MADDOCK, R.J.; BIDNER, B.S.; CARR, S.N.; McKEITH, F.K.; BERG, E.P.; SAVELL, J.W. Creatine monohydrate supplementation and the quality of fresh pork in normal and halothane carrier pigs. **Journal Animal Science**, v.80, n.4, p.997-1004, 2002.

MAHAM L. K; STUMP E. S. **Alimentos, nutrição & dietoterapia**. Tradução Andréa Favano. São Paulo: Roca. p. 118-150, 2005.

MANRIQUEZ, D et al. Association between Head-to-Chest Circumference Ratio and Intrauterine Growth-Retardation Related Outcomes during Prewaning and Postweaning. **Animals**, 12, 1562. doi.org/10.3390/ani12121562, 2022.

MATURANO, A. M. P. Estudo do efeito peso de abate na qualidade da carne de cordeiros da raça Merino Australiano e Ile de France X Merino. 2003. 94f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MATYBA, P. et al. Performance and meat quality of intrauterine growth restricted pig. **Animals**. Doi.org/10.3390/ani11020254, 2021.

MOREIRA, R. H. R; PALENIA, J. Y. P; MOITA, V. H. C; CAPUTO, L. S. S; SARAIVA, A; ANDRETTA, I; FERREIRA, R. A; ABREU, M. L. T. Variability of piglet birth weights: A systematic review and meta-analysis. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v.00, p. 1-10, 2019.

MUNS, R., Nuntapaitoon, M., & Tummaruk, P. Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. **Livestock Science**, 184, 46–57. doi:10.1016/j.livsci.2015.11.0, 2016.

PALENCIA, J.Y.P. et al. Swine foetal myogenesis in different gestation periods. **J Anim Physiol Anim Nutr** (Berl). Feb;102(1):e99-e105. doi: 10.1111/jpn.12708, 2018.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M.L.; MELLAGI, A.P.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Prev. Vet. Med.** 110, 206–213, 2013.

PARDO, C.E. et al. Intrauterine crowding impairs formation and growth of secondary myofibers in pigs. **Animal**, v. 7, n. 3, p. 430-438, 2013.

PÉRE, M.C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, p. 369-382, 2000.

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.

REYNOLDS, L. P & REDMER, D. A. Angiogenesis in the placenta. **Biology of reproduction**, v. 64, n. 4, p. 1033-1040, 2001.

RICCÓ, D. Indicadores sanguíneos e corporais de avaliação metabólico-nutricional em ruminantes. In: Seminário apresentado na disciplina bioquímica do tecido animal do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

ROZA, S. J. et al. What is spared by fetal brain-sparing? Fetal circulatory redistribution and behavioral problems in the general population. **American journal of epidemiology**, v. 168, n. 10, p. 1145-1152, 2008.

SEUS, I. The nutritional value of meat and meat products. A critical look at their constituents as compared with other foods. *Fleischwirtsch*, v.70, p.1444-1447. SHEARD, P. R.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; GILL, B. P.; RICHARDSON, R. I. Shelf life and quality of pork products with raised n-3 PUFA. **Meat Science**, v.55, 1990.

TUCKER, B.S.; CRAIG, J.R.; MORRISON, R.S.; SMITS, R.J.; KIRKWOOD, R.N. Piglet Viability: A Review of Identification and Pre-Weaning Management Strategies. **Animals**, 11, 2902. doi.org/10.3390/ani11102902, 2021.

VANDEN HOLE, C. et al. Glucose and glycogen levels in piglets that differ in birth weight and vitality. **Heliyon**, 5(9), e02510. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e025, 2019.

ZENG, Z. K. et al. Implications of early life indicators for survival rate, subsequent growth performance, and carcass characteristics of commercial pigs1. **Journal of Animal Science**. doi:10.1093/jas/skz223, 2019.

1 **SEGUNDA PARTE – ARTIGO**

2

3

4

5

6 **NORMAS DA REVISTA**

7

Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition

8

9

10

11 **PERFIS FISIOLÓGICO E METABÓLICO DE LEITÕES**
12 **NEONATOS EM FUNÇÃO DO PESO E DA RESTRIÇÃO DE**
13 **CRESCIMENTO INTRAUTERINO**

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26 **Perfis fisiológico e metabólico de leitões neonatos em função do peso e da restrição de**
27 **crescimento intrauterino**

28 **Resumo**

29 Nesse estudo objetivou-se avaliar os leitões de diferentes categorias de CIUR e de diferentes
30 faixas de peso com base no perfil fisiológico e metabólico dos leitões. Foi utilizado
31 delineamento inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos com 10 repetições sendo
32 cada repetição composta por um leitão. Os tratamentos 1 e 2 foram, leitões (sem características
33 de CIUR) com peso abaixo de 500 g e leitões com faixa de peso entre 500 a 800 g
34 respectivamente; os tratamentos 3 e 4, leitões CIUR grau leve (com apenas uma característica
35 de cabeça CIUR) abaixo de 500 g e 500 a 800 g respectivamente; os tratamentos 5 e 6, leitões
36 CIUR grau severo (com duas ou mais características de cabeça CIUR) abaixo de 500 g e 500 a
37 800 g respectivamente; o tratamento 7 foram leitões com peso médio de nascimento da granja
38 1.200 g. Foi avaliado temperatura, medidas morfológicas, peso dos órgãos e composição
39 bioquímica. Houve influência apenas do peso sobre a temperatura retal. Leitões mais pesados
40 apresentaram maiores temperaturas retais ($P=0,003$), não sendo influenciada pela condição
41 CIUR. Leitões com peso de nascimento médio da granja, apresentaram maior circunferência
42 torácica ($P<0,05$). Comprimento corporal e tamanho de cabeça, apenas os animais média da
43 granja apresentaram maiores médias ($P<0,05$). Perfil fisiológico, as variáveis esôfago, coração,
44 estômago, rins, fígado, intestino delgado e grosso, baço e pulmão, foram influenciadas pelo
45 maior peso, onde os leitões mais pesados apresentaram maiores médias de peso dos órgãos
46 ($P<0,05$), exceto os leitões CIUR severo 500 a 800 g, não diferindo dos leitões abaixo de 500
47 g. O perfil metabólico sanguíneo, apenas os leitões com peso de nascimento médio da granja
48 apresentaram maiores concentrações de glicose ($P=0,016$), sendo os demais iguais. Leitões
49 normais abaixo de 500 g, apresentaram maiores concentrações de albumina, proteína total e
50 gama glutamil transferase ($P<0,05$). As concentrações de ureia, creatinina, colesterol total,
51 HDL, triglicérideo, fosfatase alcalina foram iguais ($P>0,05$). Os leitões CIUR severo 500 a 800
52 g, apresentaram maiores concentrações de aspartato amino transferase, alanina amina
53 transferase ($P<0,05$). Os leitões CIUR leve 500 a 800 g apresentam tamanhos de órgãos e perfil
54 bioquímico sanguíneo semelhantes aos leitões normais na mesma faixa de peso, indicando que
55 esses animais podem ser viáveis dentro do sistema de produção. Os leitões CIUR severo 500 a
56 800 g apresentam um pior desenvolvimentos dos órgãos, e isso pode influenciar no desempenho
57 futuro desses leitões.

58 **Palavras-chave:** Baixa viabilidade, CIUR, descarte, hiperprolificidade.

59

60 **1. Introdução**

61 Nas últimas décadas, o tamanho da leitegada aumentou consideravelmente, e
62 conseqüentemente, uma maior demanda por nutrientes durante a gestação (HANSEN, 2019).
63 Entretanto, resultou em uma redução do peso ao nascer do leitão individual (MUNS et al, 2016).
64 O aumento no número de leitões dentro da mesma leitegada, culminou com aumento de 30%
65 nos sinais de animais com restrição de crescimento intrauterino (AMDI et al, 2016). Além disso,
66 Hales et al. (2013) sugerem que esses leitões possuem maior probabilidade de mortalidade nos
67 primeiros dias de vida.

68 Leitões considerados leves e leitões CIUR, são um dos maiores problemas dentro do
69 sistema de produção, pois possuem menor ganho de peso e maior risco de mortalidade pré e
70 pós desmame, quando comparados com leitões normais (HUTING et al, 2018). Devido a estes
71 fatores, em muitas granjas esses leitões são retirados do sistema de produção, entretanto, essa
72 retirada se faz sem quaisquer critérios bem definidos, o que pode levar ao descarte de leitões
73 viáveis.

74 Os leitões CIUR são conhecidos pelo seu crescimento assimétrico, onde o organismo
75 do leitão prioriza o crescimento do cérebro em detrimento aos demais órgãos. Esse efeito é
76 chamado de “poupador do cérebro” (ROZA et al, 2008). Além disso, podem ser caracterizados
77 em CIUR leve e severo, com base na morfologia da cabeça (AMDI et al, 2013).

78 Assim, objetivou-se caracterizar o perfil fisiológico e metabólico de leitões neonatos em
79 função do peso e da restrição de crescimento intrauterino.

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90 2. Material e métodos

91

92

2.1 Animais, delineamento experimental e classificação dos leitões

93

94

95

96

O experimento foi conduzido em granja comercial parceira, localizada a 65km de Lavras, na cidade de Oliveira-MG: KM 634. Foram utilizados 70 animais, oriundos de matrizes suínas de linhagens híbridas comercial hiperprolíficas (DB).

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com sete tratamentos. Cada tratamento foi composto por 10 repetições, sendo que cada repetição é representada por um leitão, o que totaliza 70 leitões. Os tratamentos foram: T1: Animais normais, ou seja, sem nenhuma das características CIUR, e menor de 500 gramas; T2: Animais normais com peso de 500 a 800 gramas; T3: Animais menores de 500 gramas com uma característica CIUR, sendo estes considerados CIUR grau leve; T4: Animais com peso de 500 a 800 gramas, sendo estes CIUR grau leve; T5: Animais com peso abaixo de 500 gramas e com duas ou mais características CIUR, sendo este considerado CIUR severo; T6: Animais com peso de 500 a 800 gramas e com duas ou mais características CIUR, sendo este considerado CIUR severo; T7: Animais peso médio da granja 1.200 gramas.

107

108

109

110

Os animais foram classificados levando em consideração as seguintes características: cabeça com perfil de golfinho, rugas/dobras perpendiculares com a boca e olhos saltados. Todos os animais foram avaliados pela mesma pessoa, para que fosse padronizado o julgamento entre classes (Figura 1).

111

Figura 1. Caracterização dos leitões em (A) normal, (B) CIUR leve e (C) CIUR severo.

112



113 Os animais foram selecionados e separados logo após ao nascimento, e antes que dessem
114 a primeira mamada. Os leitões foram classificados em três diferentes tipos, CIUR leve, quando
115 apresentavam uma característica CIUR; CIUR Severo, quando duas ou mais características
116 eram observadas, e normal, quando nenhuma característica era observada.

117

118

119

2.2 Temperatura retal e medidas morfométricas de leitões neonatos

120

121 Após selecionados, foram aferidas as temperaturas retais, por meio de termômetro
122 digital, e em seguida mensurado o comprimento de cabeça e altura de cabeça, comprimento do
123 corpo e circunferência torácica. A altura de cabeça foi aferida atrás dos olhos, indo do crânio
124 até a mandíbula. O comprimento de cabeça foi aferido da base do focinho até final do crânio,
125 ao início da cervical. O comprimento corporal foi mensurado do começo da cervical, até o final
126 da lombar, antes do início da cauda. A circunferência torácica foi medida abaixo da axila, na
127 altura das escápulas, atrás dos cotovelos, seguindo (MARQUIRIQUEZ et al, 2022).

128

129

2.3 Colheita, obtenção do soro e análises sanguíneas

130

131 A colheita de sangue foi obtida logo após a aferição da temperatura. Foi feita por meio
132 de pulsão jugular, utilizando-se uma agulha hipodérmica de tamanho 25 x 0,7 e uma seringa de
133 10 ml. Foram colhidos quatro mL de sangue de cada animal, e posteriormente, esse sangue foi
134 transferido para tubos de coleta de sangue de quatro mL, com gel separador e contendo ativador
135 de coágulo, para que ocorresse a coagulação desse sangue para a obtenção do soro. Foi feita em
136 duplicata, sendo dois mL de sangue em cada tubo. Na sequência com a utilização de uma
137 centrífuga, ocorreu a centrifugação do sangue a 3000 rpm, durante 10 minutos, para que fosse

138 feita a obtenção do soro. A retirada do soro dos tubos foi feita por meio de seringa de insulina,
139 e em seguida colocado em tubos eppendorf e congelado para posteriores análises.

140 As análises sanguíneas foram realizadas em aparelho Thermo Scientific Multiskan GO,
141 que é um espectrofotômetro UV/VIS baseado em monocromador de alta qualidade. Através do
142 soro, foram analisadas as concentrações de albumina, glicose, proteínas totais, ureia, colesterol
143 total, HDL, triglicerídeos, creatinina, gama GT, fosfatase alcalina, TGO/TGP, cálcio e ferro.

144

145 2.4 Sacrifício e transporte dos animais

146

147 Os animais foram sacrificados após a retirada do sangue, utilizando câmara de CO₂,
148 onde ficavam cerca de 10 minutos para que ocorresse o abate, respeitando as diretrizes de abate
149 humanitário e de bem-estar animal. Posteriormente, foram acondicionados em sacos plásticos,
150 previamente identificados, e, na sequência, foram colocadas em caixa térmica com gelo para o
151 transporte até o Laboratório de Composição Corporal Animal do Departamento de Zootecnia
152 (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), onde foram congelados para que
153 posteriormente fossem realizadas as demais análises.

154 Para as análises de peso e proporção de órgãos foi realizado a evisceração das carcaças
155 com auxílio de um bisturi, por meio de uma incisão logo abaixo ao osso esterno e abrindo para
156 a barriga até o ânus. Foram coletados o esôfago, o coração, o pulmão, o estômago, os rins, o
157 baço, o fígado e os intestino delgado e grosso. Na sequência, cada órgão de cada animal foi
158 pesado com auxílio de uma balança analítica, com precisão de 0,0001 g.

159

160 2.5 Composição centesimal

161

162 Para a realização das análises bromatológicas, as carcaças evisceradas passaram por um
163 processo de moagem, por meio da utilização de um moedor de carne. As carcaças foram moídas
164 inteira, contendo carne e ossos, e passaram quatro vezes pelo processo de moagem, utilizando
165 um disco de corte de 3 mm, para que ficassem em aspecto de pasta para a realização das análises
166 bromatológicas. Uma amostra de 40 gramas foi congelado para a realização das análises.

167 Foram determinadas as análises bromatológicas, como o teor de matéria seca, proteína
168 bruta, extrato etéreo e cinzas, segundo método INCT-CA. metodologias descritas no livro
169 Métodos para Análise de Alimentos – (DETMANN et al, 2021) 2ª Edição.

170

171 2.6 Análise estatística

172

173 Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e as variáveis com efeito
174 significativo foram submetidas ao teste tukey, ao nível de significância de 5%. O programa
175 estatístico utilizado foi o SISVAR® (Ferreira 2000). Os dados foram submetidos ao teste de
176 normalidade Shapiro-wilk e as variáveis que não atenderam a premissa de normalidade foram
177 transformadas de acordo com as opções disponibilizadas no SISVAR.

178

179 3. Resultados

180

181 Sobre a temperatura retal dos leitões (Figura 1). Os leitões mais leves apresentaram
182 menores temperaturas retais, independente de ser CIUR ou não (P=0,003).

183 3.1 Peso e características morfológicas

184 Os leitões com peso médio da granja (1.200 g), seguido dos leitões com peso de (500 a
185 800 g) apresentaram maiores média de peso (P=0,008) (Tabela 1). Houve diferença (P=0,004)
186 na circunferência torácica dos leitões, essa diferença se refletiu entre as diferentes categorias de

187 peso, sendo leitões mais pesados apresentaram maiores circunferências torácica, exceto os
188 leitões do tratamento 6 (CIUR severo peso 500 a 800 g), não diferiram dos leitões normais
189 abaixo de 500 gramas do tratamento 1. Os animais do nascidos com peso médio de nascimento
190 da granja, apresentaram maiores comprimentos corporais ($P=0,005$). Os leitões com peso médio
191 de nascimento da granja, seguido dos leitões do tratamento 6 (CIUR severo 500 a 800 g),
192 apresentaram maiores tamanhos de cabeça.

193

194 3.2 Peso relativo dos órgãos

195

196 Os leitões com o peso médio de nascimento da granja apresentaram maiores pesos de
197 esôfago, coração, estômago, rins, fígado, intestino delgado, intestino grosso, baço e pulmão,
198 seguindo dos leitões normais e leitões CIUR leve, com peso de 500 a 800 g, exceto para os
199 leitões do tratamento 6 (CIUR severo 500 a 800 g), que não diferiram dos leitões com peso
200 abaixo de 500 g (Tabela 2).

201

202 3.3 Relação peso dos órgãos/ peso vivo

203

204 Os leitões do tratamento 1 (normais abaixo de 500 g), apresentaram maior relação peso
205 dos rins/peso corporal ($P=0,009$) (Tabela 3). Os leitões com peso médio de nascimento da
206 granja (1.200 g) apresentaram maior relação peso do fígado/peso corporal ($P=0,05$).

207

208 3.4 Variáveis bioquímicas sanguíneas

209

210 Os leitões com peso de nascimento médio da granja (1.200 g) apresentaram maiores
211 concentrações de glicose no soro ($P=0,016$) (Tabela 4). Os leitões do tratamento 3 (CIUR leve

212 abaixo de 500 g), apresentaram menores concentrações de albumina ($P=0,018$). Os leitões do
213 tratamento 1 (normais abaixo de 500 g) apresentaram maiores concentrações ($P=0,0071$) de
214 proteína total no soro. Não houve diferença entre os leitões nas concentrações de ureia,
215 creatinina, colesterol total, HDL, triglicérido, fosfatase alcalina foram iguais ($P>0,05$). Os
216 leitões do tratamento 1 (normais abaixo de 500 g) apresentaram maiores concentrações de
217 Gama GT ($P=0,03$). Os leitões do tratamento 6 (CIUR severo 500 a 800 g) tiveram maiores
218 concentrações de Aspartato aminotransferase (TGO) e alanina aminotransferase (TGP)
219 ($P<0,05$).

220

221 3.5 Composição centesimal da carcaça

222

223 Os leitões com peso abaixo de 500 g apresentaram menor porcentagem de matéria seca
224 ($P=0,05$) (Tabela 5). Não houve diferença no teor de proteína bruta entre os leitões ($P=0,3$). Os
225 leitões com peso médio da granja (1.200 g), leitões normais e leitões CIUR leve e severo de
226 500 a 800g, apresentaram maiores concentrações de extrato etéreo ($P=0,004$). Os leitões com
227 peso abaixo de 500 g apresentaram maior concentração de matéria mineral ($P=0,002$).

228

229 4. Discussão

230

231 Os leitões mais leves apresentaram menores temperaturas retais. Uma das hipóteses
232 para esse resultado pode ser explicado por Herpin; Damon; & Le Dividich. (2020), segundo os
233 autores, a capacidade de termorregulação está diretamente relacionada com peso ao nascimento.
234 Além disso, os mesmo autores citam que os leitões nascem com suprimento limitado de energia,
235 devido a possuir pouco tecido adiposo e nenhuma gordura marrom, que em outras espécies
236 desempenha um papel importante na termorregulação (HERPIN, P.; DAMON, M. & LE

237 DIVIDICH, J. 2020). Um outro fator seria que os leitões com baixo peso, possuem uma relação
238 superfície/volume maior do que os leitões grandes, dessa forma, a perda de calor é
239 proporcionalmente maior (TUCKER et al, 2021).

240 Sobre o peso dos leitões, esse resultado era esperado, tendo em vista as diferenças entre
241 as categorias de peso dos animais. Já para a circunferência torácica, Uma hipótese para esse
242 resultado, pode ser explicado pelo menor desenvolvimento dos órgãos dos leitões CIUR severo,
243 o que pode ter contribuído para a redução da circunferência torácica desses leitões. De acordo
244 com Hansen et al. (2019) leitões CIUR possuem menor desenvolvimento dos órgãos, devido ao
245 seu efeito “poupador do cérebro” que prioriza o crescimento cerebral em detrimento aos outros
246 órgãos, e isso pode ter contribuído para esse resultado. Sobre o comprimento corporal, esse
247 resultado pode ser explicado pelo fato desses animais serem animais normais e com maior peso
248 ao nascimento de 1.200 g. Para o tamanho de cabeça, o efeito “poupador do cérebro” nos leitões
249 do tratamento 6, pode ter contribuído para esse aumento.

250 O peso dos órgãos dos leitões CIUR severo 500 a 800 g não diferiram dos leitões com
251 peso abaixo de 500 g. Esse resultado indica que os leitões (CIUR severo 500 a 800 g) possuem
252 um pior desenvolvimento dos órgãos comparado aos leitões CIUR leve da mesma faixa de peso,
253 e isso poderia refletir no desempenho futuro desses animais. Amdi et al. (2013), analisando o
254 peso do coração, fígado e estômago de leitões normais, leitões CIUR leve e severo, observaram
255 que leitões CIUR severo apresentavam menor peso desses órgãos, resultado semelhante ao
256 encontrado nesse estudo, o que poderia corroborar com tal afirmação.

257 Os leitões do tratamento 1 (normais abaixo de 500 g) tiveram uma maior relação peso
258 dos rins/ peso corporal. Indicando que esses leitões tiveram um melhor crescimento dos rins em
259 comparação com seu peso corporal. Apesar da restrição de crescimento intrauterino priorizar o
260 crescimento cerebral em detrimento dos demais órgãos, uma hipótese é que nutrientes podem
261 ter sido redirecionados para os rins, provocando o crescimento dos rins desses leitões.

262 Maiores concentrações de glicose foram encontradas nos leitões com peso de
263 nascimento médio da granja. O maior peso corporal desses leitões pode ser uma justificativa
264 para esse resultado, tendo vista que são animais com 1.200 g, dessa forma possuindo maiores
265 concentrações de glicose circulante. Além disso, esses animais apresentaram maior peso de
266 fígado, que pode ter contribuído para esse resultado, tendo em vista que o fígado é responsável
267 pela manutenção das concentrações de circulantes de glicose, através da glicogenólise e
268 gliconeogênese (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Sobre as menores concentrações de albumina
269 encontrada nos leitões do tratamento 3 (CIUR leve abaixo de 500 g). A albumina é a proteína
270 mais abundante no plasma, com cerca de 50% do total de proteínas. Sintetizada no fígado e
271 contribui em 80% da osmolaridade do plasma sanguíneo, possui importante reserva proteica,
272 bem como um transportador de ácidos graxos livres, aminoácidos, cálcio, hormônios e
273 bilirrubina. A diminuição dos níveis de albumina podem ser indicadores de falha/lesão hepática,
274 que podem levar a redução da síntese hepática. González. (2006) relata que a deficiência
275 proteica é indicada por níveis mais baixos de albumina e ureia, já a falha hepática é indicada
276 por níveis baixos de albumina e normais ou altos de ureia. Dessa forma, esses leitões poderiam
277 estar apresentando alguma falha hepática.

278 Sobre as concentrações de Gama gt. Gama glutamil transferase é uma enzima também
279 conhecida como gama GT. Encontra-se associada às membranas, mas também está no citosol,
280 especialmente nos epitélios dos dutos biliares e renais, somente aquela de origem hepática é
281 normalmente encontrada no soro, pois a de origem renal é excretada na urina. A GGT do soro
282 é de origem hepática, sendo indicativo de problemas no fígado. Concentrações de TGO e TGP.
283 TGO enzima produzida no fígado, mas também está presente no coração, músculos, rins e
284 cérebro. Pode ser usada para avaliar lesão hepática em pequenos animais da mesma forma que
285 a TGP, porém com uma especificidade muito menor (GIANNINI et al, 2000). A elevação de
286 TGO pode estar relacionada a complicações nos músculos, rins, cérebro e coração, enquanto

287 que TGP pode indicar lesões de células do fígado causadas por infecções, tumores, traumas,
288 intoxicação, mal desenvolvimento (GONZÁLEZ & SILVA, 2017). Isso poderia explicar a
289 maior concentração dessas enzimas, tendo em vista pior desenvolvimento dos órgãos dos leitões
290 CIUR severo.

291 No presente estudo, os leitões com peso abaixo de 500 g apresentaram menor
292 porcentagem de matéria seca. Uma das hipóteses para esse resultado pode ser pelo menor
293 número de fibras musculares desses leitões. De acordo com Felicione et al. (2020) leitões leves
294 e CIUR apresentam menor número de fibras musculares, devido ao seu menor
295 desenvolvimento, e isso pode ter sido um fator para esse resultado. Sobre a proteína bruta,
296 Beaulieu et al. (2010) relatam em seu estudo, que independente do peso ao nascimento, o teor
297 de proteína bruta é sempre similar, contudo as concentrações de umidade e gordura intracelular
298 são influenciadas com aumento do peso ao nascer, o que poderia justificar os animais mais leves
299 possuíram menores concentrações de matéria seca e extrato etéreo na carcaça. Resultado
300 semelhante também foi encontrado por (ALVARENGA, 2011). No presente estudo os leitões
301 com peso abaixo de 500 g apresentaram maior concentração de matéria mineral. Uma hipótese
302 para esses resultado pode ser devido ao fato desses animais possuírem um peso muito baixo,
303 com pouca carne, que pode ter aumentado a relação de massa óssea/carne ao moer as carcaças
304 inteiras.

305

306 **Conclusões**

307

308 Os leitões CIUR leve (500 a 800 g) apresentaram tamanhos de órgãos e perfil
309 bioquímico sanguíneo semelhantes aos leitões normais na mesma faixa de peso, indicando que
310 esses animais podem ser viáveis dentro do sistema de produção. Os leitões CIUR severo (500

- 311 a 800g) apresentaram um pior desenvolvimentos dos órgãos, e isso pode refletir, piorando o
- 312 desempenho futuro desses leitões, não sendo indicados para sistema de produção.

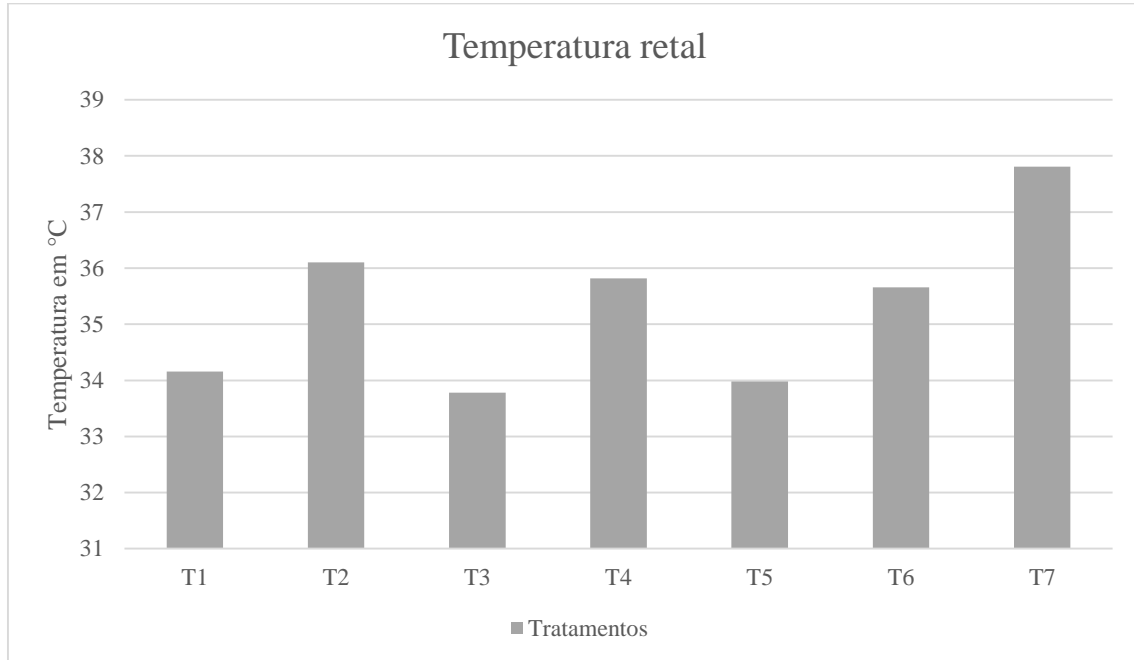
313 **Referências**

- 314 ALVARENGA, A. L. N. et al. Intra-uterine growth retardation affects birthweight and postnatal
315 development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass
316 traits. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 25, n. 2, p. 387-395, 2013.
- 317 ALVARENGA, A. L. N. Implicações da programação pré natal sobre o desempenho
318 subsequente, características de carcaça e qualidade de carne em suínos. [s.l.] Universidade
319 Federal de Minas Gerais, 2011.
- 320 AMDI, C. et al. Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest
321 insufficient amounts of colostrum. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 12, p. 5605-5613,
322 2013.
- 323 AMDI, C. et al. Intrauterine growth-restricted piglets have similar gastric emptying rates but
324 lower rectal temperatures and altered blood values when compared with normal-weight piglets
325 at birth. **Journal of animal science**, v. 94, n. 11, p. 4583-4590, 2016.
- 326 BEAULIEU, A.D.; AALHUS, J.L.; WILLIAMS, N.H.; PATIENCE, J.F. Impact of piglet birth
327 weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle
328 composition, and eating quality of pork. **J. Anim. Sci.**, v.88, p.2767-2778, 2010.
- 329 DETMANN, E et al. Métodos para análise de alimentos. 2ª ed. **Viçosa**: Produção Independente,
330 2021.
- 331 TUCKER, B, S et al. Piglet Viability: A Review of Identification and Pre-Weaning
332 Management Strategies. **Animals**, 11, 2902. doi.org/10.3390/ani11102902, 2021.
- 333 FELICIONI, F. et al. Postnatal development of skeletal muscle in pigs with intrauterine
334 growth restriction: morphofunctional phenotype and molecular mechanisms. **Journal of**
335 **Anatomy**, doi.org/10.1111/joa.13152. 2020.
- 336 FERREIRA, E.B; CAVALCANTI, P.P; NOGUEIRA, P.A. Experimental designs package. R
337 package version 1.1.2. 2000.
338
- 339 GIANNINI, E. G AND VINCENZO SAVARINO Liver enzyme alteration: a guide for
340 clinicians. **Canadian Medical Association Journal**, 172 (3) 367-379; DOI:
341 <https://doi.org/10.1503/cmaj.1040752>, 2000.
- 342 GONZÁLEZ, F.H.D & SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto
343 Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 357p, 2006.
- 344 GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 3ª ed.
345 Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.
- 346 HALES, J. et al. Individual physical characteristics of neonatal piglets affect preweaning
347 survival of piglets born in a noncrated system. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 10, p.
348 4991-5003, 2013

- 349 HANSEN, C. F. et al. Intrauterine growth-restricted piglets defined by their head shape have
350 impaired survival and growth during the suckling period. **Animal Production Science**, v. 59,
351 n. 6, p. 1056-1062, 2019.
- 352 HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal
353 survival in pigs. **Livest. Prod. Sci.** 78, 25–45, 2002.
- 354 HUTING, A. M. S. et al. Once small always small? To what extent morphometric
355 characteristics and post-weaning starter regime affect pig lifetime growth performance. **Porcine**
356 **health management**, v. 4, n. 1, p. 21, 2018.
- 357 LYNEGAARD, J. C., Hansen, C. F., Kristensen, A. R., & Amdi, C. Body composition and
358 organ development of intra-uterine growth restricted pigs at weaning. **Animal**, 14(2), 322-329,
359 2019.
- 360 MANRIQUEZ, D et al. Association between Head-to-Chest Circumference Ratio and
361 Intrauterine Growth-Retardation Related Outcomes during Preweaning and Postweaning.
362 **Animals**, 12, 1562. doi.org/10.3390/ani12121562, 2022.
- 363 MATYBA, P. et al. Performance and meat quality of intrauterine growth restricted pig.
364 **Animals**. Doi.org/10.3390/ani11020254, 2021.
- 365 MUNS, R., Nuntapaitoon, M., & Tummaruk, P. Non-infectious causes of pre-weaning
366 mortality in piglets. **Livestock Science**, 184, 46–57. doi:10.1016/j.livsci.2015.11.0, 2016.
- 367 QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and
368 consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 63-
369 70, 2002.
- 370 ROZA, S. J. et al. What is spared by fetal brain-sparing? Fetal circulatory redistribution and
371 behavioral problems in the general population. **American journal of epidemiology**, v. 168, n.
372 10, p. 1145-1152, 2008.

373

374 **Figura 2.** Temperatura retal de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição de
375 crescimento intrauterino.



376

377 T1= Leitão normal com peso abaixo de 500 g; T2= normal peso 500 a 800 g; T3= Leitão CIUR grau
378 leve, peso abaixo de 500 g; T4= CIUR grau leve, peso 500 a 800 g; T5= CIUR grau severo, peso abaixo
379 de 500 g; CIUR grau severo, peso 500 a 800 g; T7= leitões média da granja, peso 1.200 g.

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394 **Tabela 1.** Peso e características morfológicas de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e
 395 sem restrição de crescimento intrauterino.

Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Valor de P	CV %
	Morfologia e peso								
Peso (g)	432,92 ^c	631,25 ^b	419,27 ^c	619,39 ^b	439,58 ^c	542,9 ^b	1.218,00 ^a	0,008	11,33
Circunferência torácica (cm)	15,78 ^{cd}	18,08 ^b	15,23 ^d	17,55 ^b	15,4 ^d	16,71 ^c	23,46 ^a	0,004	5,59
Comprimento corporal (cm)	18,66 ^b	20,07 ^b	18,58 ^b	19,75 ^b	18,49 ^b	19,21 ^b	25,85 ^a	0,005	6,49
Tamanho cabeça (cm)	7,40 ^c	8,05 ^c	7,81 ^c	7,85 ^c	8,02 ^c	8,61 ^b	9,00 ^a	0,008	8,09

396

397 ^{a,b,c} Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05)

398 T1= Leitão normal com peso abaixo de 500 g; T2= normal peso 500 a 800 g; T3= Leitão CIUR grau
 399 leve, peso abaixo de 500 g; T4= CIUR grau leve, peso 500 a 800 g; T5= CIUR grau severo, peso abaixo
 400 de 500 g; CIUR grau severo, peso 500 a 800 g; T7= leitões média da granja, peso 1.200 g.

401

402

403

404

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

418 **Tabela 2.** Peso relativo dos órgãos de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e sem restrição
419 de crescimento intrauterino.

Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Valor de P	CV %
	Peso órgãos								
Esôfago (g)	0,51 ^c	0,71 ^b	0,39 ^c	0,65 ^b	0,48 ^c	0,61 ^{bc}	1,41 ^a	0,001	23,68
Coração (g)	3,13 ^c	5,11 ^b	3,64 ^c	5,16 ^b	3,85 ^c	4,44 ^{bc}	10,24 ^a	0,004	16,93
Estômago (g)	3,43 ^b	3,77 ^b	3,01 ^b	3,44 ^b	2,79 ^b	3,65 ^b	7,35 ^a	0,001	29,78
Rins (g)	2,07 ^b	2,24 ^b	1,58 ^b	2,25 ^b	1,78 ^b	2,29 ^b	4,63 ^a	0,004	23,18
Fígado (g)	8,69 ^c	12,49 ^b	7,13 ^d	12,25 ^b	8,41 ^c	10,81 ^{bc}	28,71 ^a	0,003	19,39
Intestino delgado (g)	12,71 ^d	16,96 ^c	12,54 ^d	18,24 ^b	12,25 ^d	15,43 ^{cd}	37,71 ^a	0,032	17,72
Intestino grosso (g)	4,16 ^b	6,39 ^b	4,11 ^b	5,52 ^b	3,97 ^b	5,61 ^b	13,20 ^a	0,045	29,63
Baço (g)	0,54 ^c	0,70 ^b	0,48 ^c	0,68 ^b	0,45 ^c	0,59 ^{bc}	1,26 ^a	0,002	23,93
Pulmão (g)	8,52 ^c	12,11 ^b	8,16 ^c	12,70 ^b	8,96 ^c	11,32 ^{bc}	25,46 ^a	0,006	18,86

420 ^{a,b,c} Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05)

421 T1= Leitão normal com peso abaixo de 500 g; T2= normal peso 500 a 800 g; T3= Leitão CIUR grau
422 leve, peso abaixo de 500 g; T4= CIUR grau leve, peso 500 a 800 g; T5= CIUR grau severo, peso abaixo
423 de 500 g; CIUR grau severo, peso 500 a 800 g; T7= leitões média da granja, peso 1.200 g.

424

425

426

427

428

429

430

431

432

433

434

435

436

437 **Tabela 3.** Relação peso dos órgãos/ peso vivo de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e
 438 sem restrição de crescimento intrauterino.

Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Valor de P	CV %
	Relação peso órgãos/ peso corporal								
Esôfago/PV	1,11	0,98	0,88	1,02	1,06	1,11	1,12	0,446	22,45
Coração/PV	0,89	0,86	0,80	0,81	0,85	0,78	0,82	0,303	14,70
Estômago/PV	0,73	0,56	0,68	0,53	0,58	0,57	0,58	0,143	24,62
Rins/PV	0,44 ^a	0,31 ^b	0,35 ^b	0,36 ^b	0,39 ^b	0,39 ^b	0,36 ^b	0,009	15,44
Fígado/PV	1,88 ^b	1,88 ^b	1,57 ^b	1,92 ^b	1,85 ^b	1,89 ^b	2,29 ^a	0,050	18,92
Intestino delgado/PV	2,77	2,52	2,79	2,83	2,72	2,71	3,00	0,322	14,24
Intestino grosso/PV	0,91	0,95	0,90	0,85	0,87	0,99	1,05	0,710	28,02
Baço/PV	1,17	1,06	1,09	1,07	1,01	1,03	1,01	0,911	23,33
Pulmão/PV	1,85	1,81	1,80	1,97	1,98	19,71	2,03	0,642	16,00

439 ^{a,b,c} Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05)

440 T1= Leitão normal com peso abaixo de 500 g; T2= normal peso 500 a 800 g; T3= Leitão CIUR grau
 441 leve, peso abaixo de 500 g; T4= CIUR grau leve, peso 500 a 800 g; T5= CIUR grau severo, peso abaixo
 442 de 500 g; CIUR grau severo, peso 500 a 800 g; T7= leitões média da granja, peso 1.200 g.

443

444

445

446

447

448

449

450

451

452

453

454

455

456 **Tabela 4.** Variáveis bioquímicas sanguíneas de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e
 457 sem restrição de crescimento intrauterino.

Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Valor de P	CV %
	Variáveis bioquímicas								
Glicose mmol/L	3,14 ^b	2,91 ^b	2,88 ^b	2,97 ^b	2,70 ^b	2,86 ^b	3,88 ^a	0,016	20,36
Albumina g/dl	2,15 ^a	1,85 ^a	1,58 ^b	1,84 ^a	2,12 ^a	2,13 ^a	2,07 ^a	0,018	17,53
Proteína total g/dl	3,28 ^a	2,67 ^c	2,30 ^c	2,78 ^c	2,82 ^{bc}	2,85 ^{bc}	2,93 ^b	0,007	14,41
Ureia mmol/L	4,75	4,81	5,79	5,02	5,34	5,21	4,89	0,331	25,04
Creatinina μ mol/L	122,14	121,11	128,18	120,37	116,44	133,92	1,21,32	0,852	33,22
Colesterol mg/dl	49,53	51,66	41,9	51,45	52,82	49,36	44,32	0,491	22,62
HDL mg/dl	25,12	27,54	23,54	29,36	27,97	27,58	22,41	0,620	29,78
Triglicerídeo mmol/L	0,28	0,24	0,20	0,22	0,22	0,26	0,27	0,675	37,86
Ferro mg/dl	0,88	0,80	0,70	0,80	0,81	0,86	0,98	0,062	19,50
Cálcio mg/dl	8,81	8,91	9,38	8,83	8,84	8,53	8,43	0,071	18,46
Magnésio mg/dl	1,94	1,92	1,96	1,84	1,90	1,98	1,88	0,056	10,19
Fosfatase alcalina U/l	1427,25	1115,55	850,08	1095,41	1398,65	1451,08	1125,30	0,223	29,78
Gama GT U/l	8,14 ^a	6,08 ^b	5,40 ^b	6,05 ^b	6,00 ^b	6,29 ^b	6,62 ^b	0,032	21,58
TGO U/l	3,14 ^{cd}	4,01 ^c	3,00 ^d	4,41 ^{bc}	4,78 ^{bc}	5,98 ^a	4,97 ^b	0,001	27,41
TGP U/l	1,57 ^c	2,12 ^c	2,26 ^{bc}	2,51 ^c	3,01 ^{bc}	3,10 ^a	2,22 ^{bc}	0,009	28,71

458 ^{a,b,c} Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05)

459 T1= Leitão normal com peso abaixo de 500 g; T2= normal peso 500 a 800 g; T3= Leitão CIUR grau
 460 leve, peso abaixo de 500 g; T4= CIUR grau leve, peso 500 a 800 g; T5= CIUR grau severo, peso abaixo
 461 de 500 g; CIUR grau severo, peso 500 a 800 g; T7= leitões média da granja, peso 1.200 g.

462

463

464

465

466

467

468

469 **Tabela 5.** Composição centesimal da carcaça de leitões neonatos, de diferentes pesos, com e
 470 sem restrição de crescimento intrauterino.

Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Valor de P	CV %
	Bromatologia								
Matéria seca (%)	18,05 ^b	18,72 ^b	18,25 ^b	19,25 ^{ab}	18,89 ^b	19,45 ^{ab}	20,62 ^a	0,050	6,78
Proteína bruta (MS) (%)	52,88	54,13	52,90	53,23	51,64	54,31	53,82	0,321	3,93
Extrato etéreo (%)	4,14 ^c	4,95 ^{ab}	4,18 ^c	4,78 ^{bc}	4,27 ^c	4,98 ^a	5,33 ^a	0,004	7,94
Matéria mineral (%)	21,55 ^{ab}	19,91 ^b	22,56 ^a	20,93 ^{ab}	22,00 ^{ab}	20,28 ^b	20,12 ^b	0,023	5,56

471 ^{a,b,c} Médias seguidas por letras diferentes, na linha, diferem (P<0,05)

472 T1= Leitão normal com peso abaixo de 500 g; T2= normal peso 500 a 800 g; T3= Leitão CIUR grau
 473 leve, peso abaixo de 500 g; T4= CIUR grau leve, peso 500 a 800 g; T5= CIUR grau severo, peso abaixo
 474 de 500 g; CIUR grau severo, peso 500 a 800 g; T7= leitões média da granja, peso 1.200 g.

475

476