UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LARISSA APARECIDA RATUCHENE KORDEL

SUPLEMENTAÇÃO DE PLASMA SANGUÍNEO PARA MATRIZES SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS

PONTA GROSSA
2026

LARISSA APARECIDA RATUCHENE KORDEL

SUPLEMENTAÇÃO DE PLASMA SANGUÍNEO PARA MATRIZES SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Zootecnia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, área: produção animal.

Orientadora: Prof. Drª. Cheila Roberta Lehnen
Coorientador: Prof Dr Leandro Cavalcante Lipinski

PONTA GROSSA

2026

Kordel, Larissa Aparecida Ratuchene
K84 Suplementação de plasma sanguíneo para matrizes suínas e suas leitegadas / Larissa Aparecida Ratuchene Kordel. Ponta Grossa, 2026.
64 f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Área de Concentração: Produção Animal), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Profa. Dra. Cheila Roberta Lehnen.
Coorientador: Prof. Dr. Leandro Cavalcante Lipinski.

1. Plasma sanguíneo desidratado. 2. Leitões. 3. Lactação. 4. Desempenho. 5. Saúde intestinal. I. Lehnen, Cheila Roberta. II. Lipinski, Leandro Cavalcante. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Produção Animal. IV.T.

CDD: 636.4

Ficha catalográfica elaborada por Maria Luzia Fernandes Bertholino dos Santos- CRB9/986

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - https://uepg.br

TERMO

TERMO DE APROVAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LARISSA APARECIDA RATUCHENE KORDEL

"SUPLEMENTAÇÃO DE PLASMA SANGUÍNEO PARA MATRIZES SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, Setor de Engenharias, Ciências Agrárias e de Tecnologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Ponta Grossa, 28 de agosto de 2026.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Cheila Roberta Lehnen
Presidente – UEPG

Documento assinado digitalmente
gov.br
CHEILA ROBERTA LEHNEN
Data: 04/09/2026 09:16:14-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Marcos Kipper da Silva
Membro Externo – UFFRGS

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARCOS KIPPER DA SILVA
Data: 04/09/2026 08:44:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho
Membro Externo – UNIOESTE

Documento assinado digitalmente
gov.br
PAULO LEVI DE OLIVEIRA CARVALHO
Data: 31/08/2026 09:48:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

RESUMO

KORDEL, L.A.R. **Suplementação de plasma sanguíneo para matrizes suínas e suas leitegadas.** Orientadora: Cheila Roberta Lehnen. Coorientador: Leandro Cavalcante Lipinski. Ponta Grossa, 2026. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2026.

A elevada exigência nutricional durante a lactação pode intensificar a mobilização das reservas corporais das matrizes suínas e comprometer seu desempenho produtivo e reprodutivo, além de influenciar no desenvolvimento das leitegadas. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do fornecimento de plasma sanguíneo spray dried para matrizes suínas lactantes e suas leitegadas sobre o desempenho produtivo, parâmetros metabólicos, estresse oxidativo e desenvolvimento intestinal dos leitões. Foram utilizadas 80 matrizes, distribuídas em um delineamento experimental de blocos ao acaso, tendo como critério de bloqueio a ordem de parto composto por primíparas e matrizes de segunda ordem de parto em dois tratamentos (controle e PSD). As matrizes suplementadas receberam 35 g de PSD por dia durante a lactação, enquanto suas leitegadas receberam ração pré-inicial contendo 22% de PSD. Foram avaliados o desempenho das matrizes e das leitegadas, consumo de ração, mobilização das reservas corporais, intervalo desmame-estro, parâmetros bioquímicos e hematológicos, indicadores de estresse oxidativo, pesos de órgãos, morfometria intestinal e proliferação celular dos leitões. Os dados foram submetidos à análise de variância, considerando os efeitos da suplementação, da ordem de parto e da interação entre os fatores, adotando-se o nível de 5% de significância. A suplementação com plasma sanguíneo spray dried não alterou ($P>0,05$) o peso corporal, a mobilização das reservas corporais, a espessura de toucinho e o desempenho geral das matrizes e das leitegadas. Houve interação entre a suplementação e a ordem de parto para o consumo médio diário de ração das matrizes na primeira semana de lactação ($P<0,05$). As multíparas apresentaram maior consumo de ração e menor intervalo desmame-estro em comparação às primíparas ($P<0,05$). Nos leitões, a suplementação não alterou ($P>0,05$) o peso corporal, o ganho de peso, o consumo de ração e a sobrevivência durante o período de lactação. Os parâmetros hematológicos não foram influenciados ($P>0,05$) pela suplementação, enquanto foram observadas alterações pontuais nas concentrações séricas de glicose, triglicerídeos e ureia dos leitões ($P<0,05$). Foram observadas diferenças nas atividades de superóxido dismutase e malondialdeído ($P<0,05$), além de apresentarem diferenças quanto às análises morfométricas ($P<0,05$). A suplementação com plasma sanguíneo desidratado não altera o desempenho produtivo geral de matrizes suínas e suas leitegadas, porém modula marcadores de estresse oxidativo e promove melhorias na morfometria intestinal dos leitões, evidenciando seu potencial como ingrediente funcional.

Palavras-chave: plasma sanguíneo desidratado; lactação; leitões; desempenho; saúde intestinal.

ABSTRACT

KORDEL, L. A. R. **Supplementation of spray-dried plasma in sows and their litters.** Advisor: Cheila Roberta Lehnen. Co-advisor: Leandro Cavalcante Lipinski. 2026. Master's Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2026.

The high nutritional demand during lactation may intensify body reserve mobilization in sows, compromising their productive and reproductive performance, as well as influencing litter development. The present study aimed to evaluate the effects of dietary spray-dried plasma (PSD) supplementation for lactating sows and their litters on productive performance, metabolic parameters, oxidative stress, and intestinal development of piglets. A total of 79 sows were used in a randomized complete block design, with parity order as the blocking criterion, comprising primiparous and second-parity sows assigned to two treatments (control and PSD). Supplemented sows received 35 g of PSD per day throughout lactation, whereas their litters were offered a pre-starter diet containing 22% spray-dried plasma. Sow and litter performance, feed intake, body reserve mobilization, weaning-to-estrus interval, biochemical and hematological parameters, oxidative stress biomarkers, organ weights, intestinal morphometry, and piglet cell proliferation were evaluated. Data were analyzed by analysis of variance, considering the effects of supplementation, parity order, and their interaction, adopting a significance level of 5%. Spray-dried plasma supplementation did not affect ($P>0.05$) body weight, body reserve mobilization, backfat thickness, or the overall productive performance of sows and their litters. An interaction between supplementation and parity order was observed for the average daily feed intake of sows during the first week of lactation ($P<0.05$). Multiparous sows showed greater feed intake and a shorter weaning-to-estrus interval than primiparous sows ($P<0.05$). In piglets, supplementation did not affect ($P>0.05$) body weight, weight gain, feed intake, or survival during the suckling period. Hematological parameters were not influenced ($P>0.05$) by supplementation, whereas significant changes were observed in serum glucose, triglyceride, and urea concentrations in piglets ($P<0.05$). Significant differences were also observed in superoxide dismutase activity and malondialdehyde concentration ($P<0.05$), as well as in intestinal morphometric parameters ($P<0.05$). Supplementation with spray-dried plasma did not affect the overall productive performance of lactating sows and their litters; however, it modulated oxidative stress biomarkers and improved intestinal morphometry in piglets, highlighting its potential as a functional feed ingredient.

Keywords: spray-dried plasma; lactation; piglets; productive performance; intestinal health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mecanismos de ação do plasma sanguíneo desidratado na alimentação de suínos.. 12
Figura 2- A) Análise Discriminante Linear (LDA) relacionada ao perfil hematológico em leitões após 24h de nascimento. B) Análise Discriminante Linear (LDA) relacionada ao perfil metabólico de 24h de nascimento. 43
Figura 3- Contribuição na Análise de Componentes Principais para parâmetros A) hematológico e B) metabólico de leitões alimentados com plasma sanguíneo desidratado após 24h de nascimento. 44
Figura 4- A) Análise Discriminante Linear (LDA) ao perfil hematológico em leitões aos 21 dias de vida. B) Análise Discriminante Linear (LDA) relacionada ao perfil metabólico em leitões aos 18 dias de vida. 45
Figura 5- Contribuição na Análise de Componentes Principais para parâmetros A) hematológico e B) metabólico de leitões alimentados com plasma sanguíneo desidratado após 18 dias de idade. 47
Figura 6- Borda apical de vilosidades de leitões com peso inferior a 3 quilogramas alimentados com dietas pré iniciais contendo plasma desidratado. A. Formato em cerebroide (aumento em 700 x). B. Borda apical com células em protusão e sulcos proeminentes do jejuno (aumento em 700 x). C. Integridade da borda apical e achatamento das vilosidades do duodeno (aumento em 700 x). D. Enterócitos em protusão (canto superior) e pequenos orifícios indicando a perda celular (aumento em 2.470 x). 53
Figura 7- A. Superfície do epitélio intestinal do íleo de leitões com peso superior a 6 quilogramas aos 28 dias alimentados com dietas pré iniciais contendo plasma desidratado (aumento em 200 x e 700 x). Dieta controle (A e C) e dieta contendo plasma desidratado (B e D)..... 54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição química do leite de porcas lactantes alimentadas com dietas contendo ou não plasma sanguíneo desidratado. 24
Tabela 2 - Desempenho e balanço energético (BE) e de nitrogênio de porcas lactantes alimentadas com dietas contendo plasma sanguíneo desidratado (PSD). 25
Tabela 3 – Desempenho de porcas OP1 e OP2 em lactação alimentadas com dietas contendo plasma sanguíneo suíno seco por pulverização. 40
Tabela 4- Desempenho de leitões lactentes alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo suíno seco por pulverização. 41
Tabela 5- Atividade de enzimas antioxidantes e concentração de malondialdeído (μM/mg proteína total) no sangue de porcas lactantes e leitões lactentes aos 28 dias alimentados com plasma sanguíneo desidratado (PSD) 48
Tabela 6- Morfometria de vilosidades, contagem de células proliferativas e células secretoras de mucina em diferentes segmentos do intestino delgado de leitões alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo desidratado. 50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PSD: Plasma sanguíneo desidratado

OP1: Ordem de parto 1

OP2: Ordem de parto 2

PL: Produção de leite

GPD: Ganho de peso diário

GP: Ganho de peso

CMRD: Consumo médio de ração diário

CMR: Consumo médio de ração

CA: Conversão alimentar

ET: Espessura de toucinho

IDC: Intervalo desmame cio

BEm: Balanço energético de energia metabolizável

TNF-α: Fator de necrose tumoral alfa

TGF-β1: Fator de crescimento transformador beta 1

SOD: Superóxido dismutase

CAT: Catalase

MDA: Malondialdeído

GST: Glutationa S-transferase

PT: Proteína total

PCNA: Antígeno nuclear de célula proliferante (Proliferating Cell Nuclear Antigen)

PCA: Análise de componentes principais

LDA: Análise discriminante linear

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 10
1.1 INTRODUÇÃO 10
1.2 PLASMA SUÍNO DESIDRATADO: COMPOSIÇÃO, MECANISMOS E BENEFÍCIOS PARA SUÍNOS 11
1.2.1 Mecanismos de ação 11
1.2.2 Uso do PSD em dietas para leitões em aleitamento e pós-desmame 13
1.2.3 Uso do PSD em dietas de porcas gestantes e lactantes 14
1.2.4 Desafio sanitário e impacto na eficácia do plasma spray dried 16
1.3 OBJETIVOS 16
REFERÊNCIAS 17
CAPÍTULO 2 - PLASMA SANGUÍNEO DESIDRATADO PARA PORCAS LACTANTES: COMPOSIÇÃO DO LEITE E BALANÇO ENERGÉTICO 19
2.1 INTRODUÇÃO 20
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS 21
2.2.1 Delineamento experimental, manejo de animais e coletas 21
2.2.3 Variáveis medidas e estimadas 22
2.2.4 Análises estatísticas 23
2.3 RESULTADOS 24
2.4 DISCUSSÃO 27
2.5 CONCLUSÕES 29
REFERÊNCIAS 29
CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DO PLASMA SUÍNO DESIDRATADO DIETÉTICO NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E STATUS OXIDATIVO DE PORCAS E LEITEGADAS, E NA MORFOMETRIA INTESTINAL DE LEITÕES LACTENTES 31
3.1 INTRODUÇÃO 32
3.2 MATERIAL E MÉTODOS 33
3.2.1 Animais, delineamento experimental e alojamento 33
3.2.2 Coleta de sangue e eutanásia dos animais 34
3.2.3 Respostas bioquímicas, imunidade celular e de estresse oxidativo 35
3.2.4 Morfometria de vilos e criptas da submucosa 36
3.2.5 Proliferação celular e células caliciformes 37
3.2.6 Microscopia eletrônica de varredura 38
3.2.7 Análises estatísticas 38
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 39

3.4 CONCLUSÕES 55

REFERÊNCIAS 55

ANEXO A- COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA E ANALISADA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA PORCAS EM LACTAÇÃO. 58
ANEXO B- COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA E ANALISADA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA LEITÕES LACTENTES. 60
ANEXO C- PESO DOS ÓRGÃOS DE LEITÕES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PLASMA SANGUÍNEO SUÍNO SECO POR PULVERIZAÇÃO (PSD). 61
ANEXO D- RESULTADOS BIOQUÍMICOS DE PORCAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO PLASMA SANGUÍNEO SECO POR PULVERIZAÇÃO (PSD). 62
ANEXO E- RESULTADOS BIOQUÍMICOS DE LEITÕES LACTENTES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PLASMA SANGUÍNEO SUÍNO SECO POR PULVERIZAÇÃO, 1 DIAS APÓS O NASCIMENTO E AO DESMAME. 63

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 INTRODUÇÃO

A fase de lactação representa um dos períodos mais exigentes da produção suinícola, pois impõe elevadas demandas metabólicas e nutricionais às fêmeas, que precisam sustentar a produção de leite e, simultaneamente, manter sua condição corporal. O consumo de ração e a eficiência metabólica durante esse período são determinantes para o desempenho da leitegada e para a longevidade produtiva das matrizes. Desafios fisiológicos, como o estresse oxidativo e a ativação do sistema imune, podem comprometer a disponibilidade de energia para funções produtivas (Kim *et al*., 2021). Em leitões lactentes e pós desmame um dos maiores desafios é manter a integridade intestinal e seu pleno desenvolvimento.

Nesse contexto, a utilização de ingredientes funcionais tem se destacado como estratégia nutricional para promover o equilíbrio metabólico e imunológico de porcas e leitões (Perez, 2016; Kim, 2021). O plasma sanguíneo desidratado (PSD) é um ingrediente de origem animal amplamente estudado na alimentação de leitões e, mais recentemente, avaliado em fêmeas suínas. Sua composição é rica em proteínas de alto valor biológico, imunoglobulinas, citocinas, fatores de crescimento, hormônios, peptídeos bioativos e aminoácidos, que exercem efeitos imunomoduladores, anti-inflamatórios e de reparo tecidual (Kazimierska el al., 2023). Esses compostos bioativos contribuem para reduzir a permeabilidade intestinal, melhorar a absorção de nutrientes e mitigar a resposta inflamatória sistêmica, favorecendo o desempenho animal em situações de desafio.

Nas fêmeas lactantes, a suplementação com plasma ganhou destaque por sua capacidade de modular a resposta imune e reduzir o estresse inflamatório, o que permite maior direcionamento de energia para a produção de leite e manutenção da condição corporal. Além disso, o PSD melhora a integridade da mucosa intestinal, resultando em maior eficiência na digestão e absorção de nutrientes (Bailey *et al*., 2022). Esses efeitos refletem positivamente no consumo voluntário de ração, na qualidade do leite e no estado metabólico de porcas e leitões.

A melhora na qualidade do leite também está associada ao aumento da concentração de imunoglobulinas e sólidos totais, o que potencializa a transferência de imunidade passiva aos leitões e favorece o crescimento e a sobrevivência da leitegada nas primeiras semanas de vida. Dessa forma, o uso de plasma na dieta das fêmeas pode gerar efeitos indiretos sobre o

desempenho das leitegadas, promovendo maior ganho de peso, menor incidência de diarreia e melhor uniformidade ao desmame.

Embora os benefícios do plasma sejam bem documentados em leitões, ainda há poucas evidências sobre sua utilização em dietas de fêmeas suínas lactantes e sobre os efeitos integrados sobre saúde intestinal, metabolismo e desempenho produtivo. Estudos recentes apontam o PSD como uma alternativa promissora para otimizar o desempenho das matrizes e a viabilidade das leitegadas, atuando de forma sinérgica sobre a imunidade, integridade intestinal e eficiência produtiva (Kazimierska el al., 2023; Bailey *et al*., 2025). Neste contexto, a avaliação dos efeitos do plasma sanguíneo desidratado na alimentação de fêmeas e suas leitegadas pode integrar desempenho produtivo, imunidade e saúde intestinal, contribuindo para o avanço de estratégias nutricionais mais eficazes na suinocultura.

1.2 PLASMA SUÍNO DESIDRATADO: COMPOSIÇÃO, MECANISMOS E BENEFÍCIOS PARA SUÍNOS

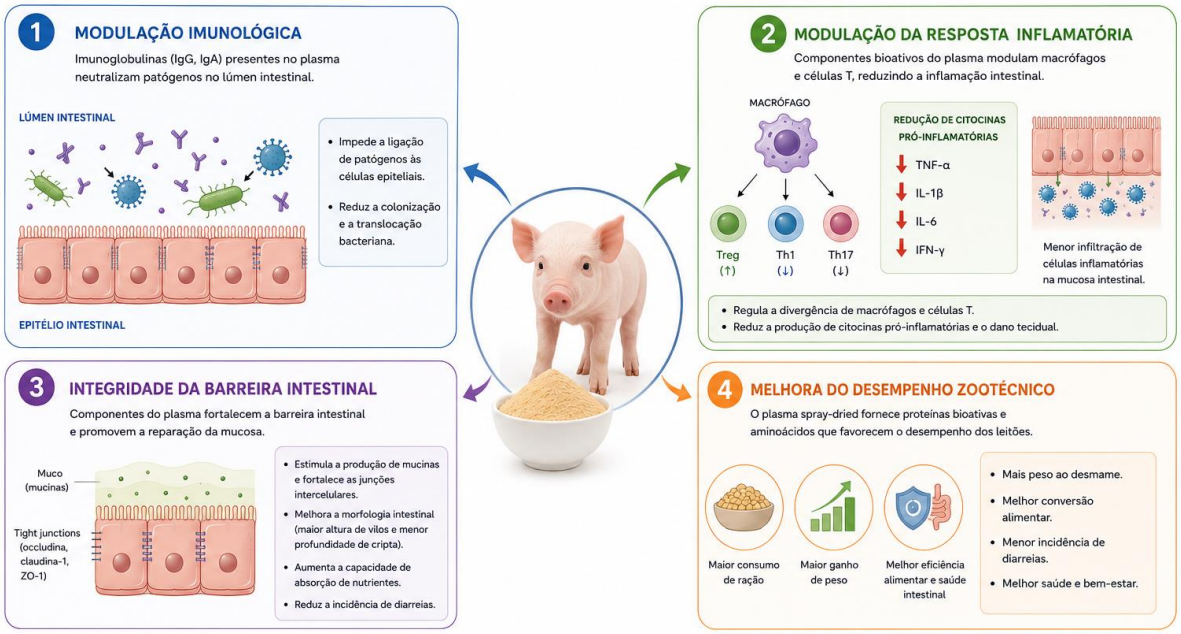
O PSD é um subproduto dos frigoríficos, proveniente do sangue de suínos e bovinos. É o componente líquido do sangue que permanece após a remoção das células sanguíneas. Ele é processado por meio de tecnologias avançadas de spray drying (secagem por pulverização) que preservam suas propriedades nutricionais e bioativas, tornando-o um suplemento de alta qualidade e digestibilidade para a nutrição animal, podendo ser usado como aliado em todas as fases de alimentação dos suínos. Dietas contendo PSD podem minimizar este processo inflamatório uma vez que é considerado um ingrediente de alta digestibilidade e aproveitamento de seus aminoácidos (Rostagno *et al*., 2017). O plasma animal é composto principalmente de proteínas, minerais e água, e a fração proteica é amplamente composta por albuminas e globulinas (Torrallardona, 2010). A composição proteica do plasma é a base de imunoglobulinas que se mantém 20% funcionais após o processamento por spray dried.

1.2.1 Mecanismos de ação

As imunoglobulinas presentes no plasma sanguíneo desidratado atuam como uma barreira imunológica contra os patógenos intestinais, como Escherichia coli, impedindo sua adesão ao epitélio intestinal dos leitões. O plasma contém anticorpos que se ligam a antígenos de patógenos entéricos, isso impede que a bactéria se fixe nas microvilosidades intestinais, favorecendo sua eliminação pelas fezes, evitando o agravamento da diarreia que irá

comprometer o consumo e ganho de peso. Essa ação reduz a ativação imune e, consequentemente, a necessidade de redirecionamento de nutrientes para o sistema imune, favorecendo o crescimento dos leitões. O plasma também auxilia na diminuição da inflamação intestinal, pois ao ativar menos o sistema imune reduz a produção de citocinas pró inflamatórias, fazendo com que o ambiente intestinal fique mais estável e saudável (Balan *et al*., 2021) como demonstrado na figura 1.

Figura 1 - Mecanismos de ação do plasma sanguíneo desidratado na alimentação de suínos.



Fonte: Adaptado de BALAN, P. *et al*. Effects of spray-dried animal plasma on the growth performance of weaned piglets: A review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, v. 104, n. 6, p. 1694–1708, 2020. KAR, S. *et al.* e Microbial and molecular signatures for enhanced gut health in pigs fed a diet with spray-dried plasma as functional protein source. Frontiers in Animal Science, 2025. Elaborado pela ferramenta generativa ChatGPT (OpenAI), 2026.

Outro ponto importante para citar é modulação das vilosidades intestinais, há trabalhos que comprovam que a utilização do plasma sanguíneo em dietas de leitões aumenta a altura das vilosidades e reduz a profundidade das criptas, o que favorece a absorção dos nutrientes, pois terá uma maior de superfície absortiva (Muller *et al*., 2018). A suplementação com plasma também pode modular a resposta imune em nível luminal no intestino, modificando o perfil da microbiota dos leitões, reduzindo a concentração de antígenos e patógenos (Pérez *et al*., 2016).

1.2.2 Uso do PSD em dietas para leitões em aleitamento e pós-desmame

O PSD é reconhecido como ingrediente funcional na nutrição de leitões por reunir proteínas de alta qualidade, elevada digestibilidade e compostos bioativos capazes de favorecer o desempenho e a saúde intestinal nas fases iniciais de vida (Pettigrew, 2006; Campbell *et al*., 2016). Sua utilização é relevante tanto no aleitamento, período marcado por intenso desenvolvimento intestinal e imunológico, quanto no pós-desmame, fase em que os leitões enfrentam transição alimentar, imaturidade digestiva e maior exposição a desafios sanitários.

Nesse contexto, leitões com baixo peso ao nascer ou crescimento intrauterino restrito merecem atenção especial, pois apresentam maior risco de comprometimento do desenvolvimento de órgãos, menor reserva energética e maior vulnerabilidade imunológica, em razão da limitada disponibilidade de nutrientes e oxigênio durante a gestação (Lyderik *et al*., 2023). A nutrição adequada das matrizes gestantes e lactantes, associada ao acesso rápido e suficiente ao colostro, é essencial para reduzir a mortalidade precoce e favorecer o desempenho da leitegada. O colostro representa a principal fonte inicial de energia e imunoglobulinas, uma vez que o sistema imune neonatal ainda é imaturo (Bastos, Bombassaro e Maciag, 2022; Inoue e Tsukahara, 2021). Sua eficiência depende tanto do volume ingerido quanto do momento da ingestão, pois a concentração de imunoglobulinas e a permeabilidade intestinal diminuem rapidamente nas primeiras 24 horas de vida, aumentando o risco para leitões menores ou com menor acesso às tetas funcionais (Westrom *et al*., 2020).

Além do aporte nutricional, o PSD apresenta efeitos funcionais relevantes por conter imunoglobulinas, albuminas, peptídeos bioativos e outros componentes capazes de modular a resposta imune e contribuir para a manutenção da integridade da mucosa intestinal. Esses atributos tornam o ingrediente especialmente importante em períodos de maior desafio, como a adaptação ao consumo de ração em *creep feeding* e a fase pós-desmame, quando os leitões enfrentam redução temporária no consumo, alterações na microbiota, maior permeabilidade intestinal e maior predisposição à diarreia. A melhora da palatabilidade das dietas contendo plasma também favorece o consumo voluntário de ração, aspecto essencial para reduzir o impacto da transição alimentar e sustentar o crescimento (Pujols *et al*., 2016; Kordel *et al*., 2024).

Os efeitos do PSD sobre o trato gastrointestinal incluem melhora da integridade intestinal, tanto em condições de inflamação quanto em animais sem desafio clínico evidente,

além de estímulo à proliferação de enterócitos (Balan *et al*., 2021). Como essas células são responsáveis pela absorção de nutrientes e água, sua maior renovação e funcionalidade favorecem o aproveitamento da dieta e o desempenho dos leitões. Estudos relatam que suínos alimentados com plasma apresentam maior altura de vilosidades e menor infiltração de células inflamatórias na mucosa, indicando menor ativação imunológica e melhor condição morfofuncional do intestino (Schuh *et al*., 2016). Esses efeitos contribuem para ampliar a área absortiva, preservar a barreira intestinal e reduzir prejuízos associados às enfermidades entéricas.

No pós-desmame, dietas contendo entre 2 e 5% de plasma sanguíneo desidratado têm demonstrado melhora no ganho médio diário, no consumo de ração e na conversão alimentar (Balan *et al*., 2021). Essas respostas estão relacionadas à palatabilidade, à digestibilidade das proteínas e à ação das imunoglobulinas, especialmente IgG, que podem atuar como barreira fisiológica no lúmen intestinal, protegendo o epitélio e reduzindo a descamação associada aos quadros de diarreia pós-desmame (Balan *et al*., 2019; Che *et al*., 2020). Quando comparado a outras fontes proteicas, como farinha de peixe ou leite em pó, o plasma apresenta vantagens adicionais pois fornece componentes imunomoduladores que auxiliam na defesa intestinal e na resposta adaptativa dos leitões.

Com base nos estudos disponíveis, a faixa de inclusão do PSD em dietas de leitões desmamados situa-se, geralmente, entre 2 e 8%, podendo variar conforme idade, condição sanitária, formulação da dieta e objetivo nutricional (Balan *et al*., 2021; Blázquez *et al*., 2020). Para que seus benefícios sejam expressos de forma segura e consistente, é indispensável considerar a qualidade do produto, a origem da matéria-prima, o processamento por *spray drying*, a rastreabilidade e o controle microbiológico. Dessa forma, o PSD pode atuar como ferramenta nutricional estratégica para leitões em aleitamento, ao favorecer o desenvolvimento intestinal e o consumo inicial de ração, e para leitões no pós-desmame, ao auxiliar na adaptação alimentar, na modulação imunológica e na manutenção do desempenho produtivo.

1.2. 3 Uso do PSD em dietas de porcas gestantes e lactantes

Embora o plasma sanguíneo desidratado seja tradicionalmente utilizado em dietas de leitões no pós-desmame, seu emprego em dietas de porcas, especialmente no final da gestação e durante a lactação, tem ganhado destaque como estratégia nutricional para favorecer o status imunológico, a saúde intestinal e o desempenho reprodutivo das matrizes e de suas leitegadas

(Kim, 2021; Carter, 2018; Bailey, 2025). A suplementação com plasma pode contribuir para respostas imunológicas mais eficientes frente ao estresse fisiológico associado ao parto e à lactação, refletindo em menor variação do peso corporal das porcas e maior ganho médio diário das leitegadas (Kim *et al*., 2021). Em estudo conduzido por Kim *et al*. (2021), porcas suplementadas com 1% de plasma sanguíneo desidratado apresentaram menores perdas de peso corporal e leitões com melhor ganho médio diário durante a lactação, quando comparadas ao grupo controle. Esse efeito pode estar relacionado à redução da inflamação sistêmica, permitindo maior direcionamento de energia para a produção de leite e para a manutenção do escore de condição corporal. Como as matrizes frequentemente mobilizam reservas de gordura e proteína para sustentar a lactação, a redução da perda corporal torna-se importante para minimizar prejuízos ao desempenho reprodutivo subsequente, como o aumento do intervalo entre o desmame e a cobertura. Assim, o atendimento adequado das exigências nutricionais, associado à suplementação com plasma sanguíneo desidratado, pode auxiliar na mitigação da perda de peso durante a lactação e reduzir impactos negativos nas gestações seguintes. Esse potencial está associado à presença de imunoglobulinas, peptídeos bioativos e fatores de crescimento, compostos capazes de modular a resposta imune e reduzir processos inflamatórios sistêmicos.

Estudos indicam que a suplementação com plasma sanguíneo desidratado em porcas gestantes e lactantes pode reduzir as concentrações séricas de citocinas pró-inflamatórias, como TNF-α e TGF-β1, além de diminuir os níveis de cortisol, sugerindo menor estresse inflamatório nas matrizes (Kim *et al*., 2021). Também há evidências de benefícios quando o plasma é fornecido no período pré-parto. A inclusão de 0,5% ou 2,5% de plasma em dietas oferecidas a porcas gestantes quatro dias antes do parto reduziu o número de leitões natimortos (Crenshaw *et al*., 2021). Além dos efeitos diretos nas matrizes, a suplementação pode gerar respostas positivas nas leitegadas. Bailey *et al*. (2024) observaram menor porcentagem de leitões com baixa vitalidade ou em jejum quando as porcas receberam dietas contendo 0,5% de plasma durante a lactação, em comparação às matrizes alimentadas com dietas sem plasma. A magnitude desses efeitos pode variar conforme o nível de biosseguridade da granja, a genética das matrizes, as condições ambientais e outros fatores de manejo. Ainda assim, alguns resultados zootécnicos relevantes, como o peso ao desmame dos leitões e o consumo de ração das porcas, também têm sido favorecidos pelo uso do plasma. Mallmann *et al*. (2019) relataram que porcas lactantes alimentadas com dieta contendo 0,5% de plasma apresentaram maior consumo de ração, enquanto suas leitegadas alcançaram maior peso ao desmame.

1.2.4 Desafio sanitário e impacto na eficácia do plasma spray dried

A eficácia do plasma sanguíneo desidratado na alimentação de leitões no pós-desmame depende, em grande parte, do nível de desafio sanitário ao qual os animais são submetidos (Balan *et al*., 2021). Condições sanitárias mais críticas intensificam a resposta fisiológica e imunológica dos leitões, favorecendo maior expressão dos benefícios associados ao uso do plasma. Em ambientes com elevada pressão de patógenos entéricos, como *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. e *Clostridium perfringens*, esse ingrediente auxilia na redução da inflamação intestinal, na manutenção da integridade da mucosa e no aumento da altura das vilosidades, favorecendo a absorção de nutrientes e contribuindo para menor ocorrência de diarreia e perdas de desempenho (Castelo, 2023; Perez, 2016; Balan *et al*., 2021).

Os efeitos benéficos do plasma incluem melhora da saúde intestinal, maior taxa de crescimento e menor incidência de enfermidades em leitões (Lekagul *et al*., 2019; Thomas *et al*., 2011). Esses resultados estão associados, principalmente, à modulação da resposta imune, evidenciada pela redução de citocinas pró-inflamatórias em animais alimentados com dietas contendo plasma (Bailey *et al*., 2024). Em leitões soropositivos para rotavírus, o plasma sanguíneo pode favorecer uma resposta imune de mucosa mais rápida, sem desencadear inflamação sistêmica exacerbada. Durante a fase de recuperação, também contribui para a reposição de células imunes, a restauração da homeostase imunológica, a ativação de mecanismos anti-inflamatórios e o reparo tecidual (Yan *et al*., 2024).

Portanto, há diversas lacunas sobre aplicações do plasma sanguíneo desidratado para porcas lactantes e leitões lactentes. Também, é importante saber como os mecanismos de ação podem ser integrados e responder por alterações fisiológicas, bioquímicas e de desempenho.

1.3 OBJETIVOS

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de porcas lactantes e suas leitegadas alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo desidratado (PSD) durante a fase de aleitamento. Além disso, foram delineados objetivos específicos, incluindo:

I. Avaliar os impactos da suplementação com PSD sobre a composição físico-química do colostro e do leite, desempenho produtivo e balanço energético de porcas lactantes;
II. Avaliar parâmetros bioquímicos, indicadores de resposta imunológica e de estresse oxidativo de porcas alimentadas com dietas contendo PSD e leitões alimentados com PSD em creep feeding;

III. Avaliar o desempenho, integridade, morfometria intestinal e proliferação celular de leitões alimentados com dietas contendo PSD em *creep feeding*.

REFERÊNCIAS

AMPODE, K. M. *et al*. Bump feeding improves sow reproductive performance, milk yield, piglet birth weight, and farrowing behavior. **Animals**, v. 13, n. 19, p. 3148, 2023.

ANDRETTA, I. *et al*. (ed.). **Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos VI: anais do XIV SINSUI – Simpósio Internacional de Suinocultura**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022.

BAILEY, H. M. *et al*. Addition of spray-dried plasma in phase 2 diets for weanling pigs improves growth performance, reduces diarrhea incidence, and decreases mucosal pro-inflammatory cytokines. **Animals**, v. 14, n. 15, p. 2210, 2024.

BAILEY, H. M. *et al*. Effects of spray-dried plasma on litter growth performance and oxidative stress and inflammation of sows kept in a hot environment. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 13, 2025.

BALAN, P. *et al*. Impact of oral immunoglobulins on animal health: a review. **Animal Science Journal**, v. 90, p. 1099–1110, 2019.

BALAN, P. *et al*. Effects of spray-dried animal plasma on the growth performance of weaned piglets: a review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 105, p. 699–714, 2021.

BLÁZQUEZ, E. *et al*. Biosafety steps in the manufacturing process of spray-dried plasma: a review with emphasis on the use of ultraviolet irradiation as a redundant biosafety procedure. **Porcine Health Management**, v. 6, p. 16, 2020.

CAMPBELL, J. M. *et al*. The ingredient nutritional profile of spray-dried plasma protein is not influenced by the source of blood. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 2, p. 683–692, 2016.

CASTELO, P. G. *et al*. A dietary spray-dried plasma feeding programme improves growth performance and reduces faecal bacterial shedding of nursery pigs challenged with enterotoxigenic Escherichia coli K88. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 107, n. 2, p. 581–588, 2023.

CHE, L. *et al*. Microbial insight into dietary protein source affects intestinal function of pigs with intrauterine growth retardation. **European Journal of Nutrition**, v. 59, n. 1, p. 327–344, 2020.

CRENSHAW, J. *et al*. Effect of spray-dried porcine plasma in peripartum sow feed on subsequent litter size. **Porcine Health Management**, v. 7, p. 11, 2021.

FERRARI, C. V. *et al*. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 114, n. 4, p. 259–266, 2014.

FERREIRA, R. A. **Suinocultura: manual prático de criação**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2012. 443 p.

KAZIMIERSKA, K.; BIEL, W. Comparative analysis of spray-dried porcine plasma and hydrolyzed porcine protein as animal-blood-derived protein ingredients for pet nutrition. **Molecules**, v. 28, n. 23, p. 7917, 2023.

KIM, K. *et al*. Dietary spray-dried plasma supplementation in late-gestation and lactation enhanced productive performance and immune responses of lactating sows and their litters. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 63, n. 5, p. 1076–1085, 2021.

KORDEL, L. A. R.; LEHNEN, C. R. Estratégias de uso do plasma spray dried para leitões pós-desmame e em creche. In: **Nutrição e produção de animais não-ruminantes: impactos, tendências e desafios contemporâneos**. Goiânia: Editora Científica Digital, 2025. v. 1, p. 77–88.

LYDERIK, K. K.; ØSTRUP, E.; BRUUN, T. S.; AMDI, C.; STRATHE, A. V. Fetal and placental development in early gestation of hyper-prolific sows. **Theriogenology**, v. 197, p. 259–266, 2023.

MÜLLER, L. K. *et al*. Spray-dried porcine plasma added to diets contaminated with aflatoxins and fumonisins shows beneficial effects to piglet health. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 3, p. 3115–3128, 2018.

PÉREZ-BOSQUE, A.; POLO, J.; TORRALLARDONA, D. Spray dried plasma as an alternative to antibiotics in piglet feeds, mode of action and biosafety. **Porcine Health Management**, v. 2, p. 16, 2016.

PETTIGREW, J. E. Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, part 1. **Animal Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 207–215, 2006.

PUJOLS, J. *et al*. Influence of spray dried porcine plasma in starter diets associated with a conventional vaccination program on wean to finish performance. **Porcine Health Management**, v. 2, p. 4, 2016.

SCHUH, S. *et al*. Effect of supplementation of newborn piglets with spray dry blood plasma on weight gain and serum biochemical variables. **Comparative Clinical Pathology**, v. 25, p. 1029–1033, 2016.

WENSLEY, M. R. *et al*. Feeding strategies to increase sow colostrum quality and yield. **Journal of Swine Health and Production**, 2023.

CAPÍTULO 2 - PLASMA SANGUÍNEO DESIDRATADO PARA PORCAS LACTANTES: COMPOSIÇÃO DO LEITE E BALANÇO ENERGÉTICO

RESUMO

A fase de lactação em matrizes suínas é marcada por elevadas exigências nutricionais e risco de balanço energético negativo, tornando essencial o uso de estratégias que favoreçam a qualidade do colostro e do leite. O plasma sanguíneo desidratado (PSD), tradicionalmente utilizado em dietas de leitões pós-desmame, tem despertado interesse como suplemento para matrizes lactantes, embora seus efeitos ainda sejam pouco explorados. Este estudo avaliou os impactos da suplementação com PSD sobre a composição físico-química do colostro e do leite, desempenho produtivo e balanço energético de porcas lactantes. Foram utilizadas 80 matrizes de genética comercial, distribuídas em delineamento em blocos ao acaso, considerando a ordem de parto (OP1 e OP2). Os tratamentos consistiram em controle (sem suplementação) e PSD (suplementadas com 35 g/dia de PSD "*on top*") durante os 21 dias de lactação. Porcas suplementadas com PSD apresentaram maiores teores de MS, gordura, PB e EB no colostro ($P<0,05$), com diferenças de composição entre primíparas e fêmeas OP2 ($P<0,05$). A suplementação de PSD alterou os níveis de EB do leite, teores de lactose e gordura sem diferenças entre ordens de parição. Entretanto, não houve alterações no desempenho produtivo de porcas lactantes e suas leitegadas suplementadas com PSD. As fêmeas OP1 e OP2 diferem quanto ao consumo de ração e peso vivo sem alterar a condição corporal, produção de leite e o desempenho das leitegadas. A energia exportada pelo leite é superior à de fêmeas suplementadas com PSD no balanço de energia metabolizável (BEm). Entretanto, não compromete o balanço total de energia sendo verificada maior demanda energética em fêmeas do tratamento controle. Os resultados indicam que o PSD pode ser uma estratégia promissora para melhorar a qualidade nutricional e imunológica do colostro. A adição de PSD em dietas para porcas lactantes melhora a composição do leite com benefícios ao balanço energético durante a lactação.

Palavras-chave: colostro; composição do leite; condição corporal, suplementação.

2.1 INTRODUÇÃO

A fase de lactação representa um dos períodos de maior exigência fisiológica e metabólica para as matrizes suínas, pois a elevada demanda por nutrientes destinados à produção de leite frequentemente excede a capacidade de consumo voluntário de ração. Como consequência, as porcas podem apresentar balanço energético negativo, mobilização de reservas corporais e perda de condição corporal, fatores que comprometem o desempenho produtivo e reprodutivo (Kim *et al*., 2021). Além disso, a composição do leite suíno exerce papel fundamental no desenvolvimento dos leitões, fornecendo nutrientes e componentes imunológicos essenciais ao crescimento e sobrevivência dos leitões. Durante a lactação, os teores de proteína, gordura e lactose sofrem alterações naturais, acompanhando a transição do colostro para o leite refletindo o estado fisiológico e nutricional da matriz (Araújo *et al*., 2022). Associado às elevadas exigências nutricionais, o período de lactação também está relacionado ao aumento do estresse metabólico e da ativação do sistema imune, fatores capazes de comprometer a integridade intestinal e reduzir a eficiência de utilização dos nutrientes pelos leitões (Kim *et al*., 2021).

Nesse contexto, cresce o interesse por estratégias nutricionais que favoreçam o metabolismo materno, minimizem perdas corporais e contribuam para a manutenção da produção de leite, além de contribuir na saúde da leitegada. Entre as estratégias destacam-se o plasma sanguíneo desidratado por spray-dryer (PSD) obtido a partir do fracionamento industrial de animais clinicamente saudáveis, constituindo uma fonte proteica de elevada qualidade na nutrição animal (SANTOS *et al*., 2024). Embora tradicionalmente empregado em dietas de leitões pós-desmame devido aos efeitos positivos sobre desempenho, integridade intestinal e resposta imunológica em leitões, o uso do PSD em dietas de porcas, especialmente no final da gestação e durante a lactação, tem recebido crescente atenção como estratégia nutricional voltada à melhora do status imunológico, saúde intestinal e desempenho produtivo das matrizes e suas leitegadas (Bailey *et al*., 2025).

Estudos demonstram que a suplementação com plasma pode reduzir perdas de peso corporal, favorecer a manutenção da condição corporal e melhorar o ganho médio diário dos leitões durante a lactação, possivelmente em decorrência da menor inflamação sistêmica e melhor direcionamento da energia para produção de leite e manutenção fisiológica das matrizes (Kim *et al*., 2021). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação de plasma sanguíneo desidratado sobre o desempenho de porcas

lactantes, considerando parâmetros relacionados à composição do colostro e leite além da utilização de energia na lactação.

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Delineamento experimental, manejo de animais e coletas

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Processo 24.000057185-9/2024).

O experimento foi realizado em uma unidade produtora de leitões, onde foram utilizadas 80 porcas de genética comercial parturientes pertencentes à primeira (OP1) e segunda (OP2) ordem de parto. O período experimental teve duração de 33 dias, compreendendo os dias pré-parto e 21 dias totais de lactação. Após o nascimento de todos os leitões, o experimento contemplou 1139 leitões ao total, divididos em quatro tratamentos. O delineamento experimental foi o arranjo fatorial 2 x2, com os tratamentos Controle e PSD e ordens de parto (OP1 e OP2). Cada tratamento contou com dez repetições em cada OP, sendo considerada uma repetição a matriz e sua respectiva leitegada. As porcas lactantes receberam dietas isonutritivas, formuladas de acordo com as recomendações nutricionais do NRC (2012), fornecidas ad libitum. Diariamente, porcas suplementadas receberam 35 g/dia de PSD, fornecido “on top” na primeira refeição do dia.

Amostras de colostro e leite foram coletadas aos 0, 7, 14 e 21 dias de lactação para determinação dos teores de matéria seca, proteína bruta, gordura, lactose e cinzas. Para análise da composição e estimativa da produção de leite, calculada segundo Noblet & Etienne (1989). A equalização das leitegadas ocorreu em até 12 horas após o parto, com registro de nascidos vivos, mortos e peso individual. Os leitões foram pesados semanalmente para determinar o ganho de peso diário.

2.2.2 Composição do leite

Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em recipientes identificados e encaminhadas ao laboratório para realização das análises físico-químicas. Os teores de matéria seca, proteína e cinzas foram determinados de acordo com os métodos oficiais da AOAC International (AOAC, 1998). O teor de gordura foi determinado pelo método de Gerber, conforme metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985). A lactose foi determinada pela técnica de redução de Fehling, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 1985). O teor de matéria seca foi determinado pelo método gravimétrico, utilizando cápsulas

contendo areia purificada previamente seca em estufa. Foram adicionados 5 mL da amostra, seguida de evaporação em banho-maria e secagem em estufa a (103 ± 2) °C até peso constante. Após resfriamento em dessecador, as amostras foram pesadas para obtenção do resíduo seco.

O teor de matéria seca foi calculado pela relação: [Matéria seca (%) = (peso do resíduo seco/volume da amostra) × 100]. O teor de proteína bruta foi determinado pelo método de Kjeldahl, baseado na quantificação do nitrogênio total presente na amostra. As amostras foram submetidas à digestão sulfúrica na presença de mistura catalisadora composta por sulfato de potássio (K_2SO_4) e sulfato de cobre ($CuSO_4$), seguida de destilação e titulação com ácido clorídrico padronizado. A porcentagem de nitrogênio foi calculada pela equação: [% Nitrogênio = (mL HCl × N HCl × fc × 1,4008)/peso da amostra]. Posteriormente, o teor de proteína bruta foi obtido utilizando o fator de conversão específico para leite: [Proteína bruta (%) = % Nitrogênio × 6,38.] O teor de gordura foi determinado pelo método de Gerber, utilizando ácido sulfúrico e álcool isoamílico para quebra da emulsão do leite. As amostras foram centrifugadas e submetidas a banho-maria a (63 ± 2) °C, sendo a porcentagem de gordura obtida diretamente pela leitura da coluna lipídica formada no lactobutirômetro. Inicialmente, as proteínas foram precipitadas com solução de sulfato de zinco a 30% e ferrocianeto de potássio a 15%. Após filtração, o filtrado foi titulado sobre solução de Fehling aquecida até mudança de coloração azul para incolor. O teor de lactose foi calculado utilizando a relação: [Lactose (%) = (0,068 × V × 100)/(v × L)], em que V corresponde ao volume da diluição da amostra (mL), v ao volume gasto na titulação (mL) e L ao volume da amostra analisada (mL). O teor de cinzas foi determinado a partir da obtenção do resíduo mineral após secagem da amostra e incineração em mufla até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem da amostra original.

2.2.3 Variáveis medidas e estimadas

Na entrada e saída da maternidade as porcas foram pesadas em balança eletrônica de piso com capacidade para 1000 kg e precisão de 0,1kg. A espessura de toucinho foi medida com aparelho de ultrassom (Renco Lean Meater) a 6,5cm da linha média lombar, a partir da última costela, em ambos os lados (YOUNG & AHERNE, 2005) e o caliper (Agroceres, PIC) também foi mensurado na entrada e saída das matrizes da maternidade. O consumo diário de ração foi obtido pelo somatório da ração fornecida ao dia, menos as sobras presentes nos comedouros. As sobras de ração e os leitões foram pesados em balança eletrônica comercial

de bancada com capacidade de 10kg e precisão de 0,05kg. Os dados de ganho de peso dos leitões foram obtidos por pesagens semanais e individuais dos animais, utilizados para estimar a produção diária de leite. O peso da leitegada ao nascimento é o somatório de leitões nascidos vivos, natimortos e mumificados.

Para determinação da variação do peso na lactação (ΔL, %PV), o cálculo foi realizado a partir da perda de peso na lactação (PP Lact) em relação ao peso de desmame [ΔL, %PV = PP Lact/PDesmame * 100]. A estimativa da produção de leite (PL) foi realizada usando a equação de regressão de NOBLET & ETIENNE (1989), de acordo com o ganho em peso da leitegada, da seguinte forma: Produção de leite (g dia-1) = 2,50 (±0,26) x GPD (g/dia/leitão) + 80,2 (±7,8) x Peso vivo inicial (kg leitão-1) + 7 x no de leitões. A energia bruta (EB) do colostro e do leite foi estimada a partir da composição química das amostras, utilizando os teores de proteína, gordura e lactose, conforme a equação proposta por Noblet e Etienne (1989): EB (kcal/kg) = 5,66 × gordura (%) + 4,04 × lactose (%) + 5,89 × proteína (%).

Para determinarmos o balanço energético, a utilização da energia e proteína mobilizada pelas reservas corporais durante a lactação foram determinados o conteúdo de gordura [Gordura (kg) = -26,4 + 0,221PVv + 1,331ET], energia [Energia (Kcal)= -1074 + 13,65PVv + 45,94ET] e proteína [Proteína (kg) = 2,28 + 0,178PVv – 0,333ET] seguindo as equações propostas por DOURMAD *et al*. (1997) preditas a partir dos dados de peso vivo (PV) e espessura de toucinho (ET) sendo utilizado o peso vivo vazio (PVv) pela relação: PVv = a PV 1,01 onde a= 0,905 no desmame e a= 0,912 ao parto. A quantidade média de energia exportada pelo leite foi proposta por NOBLET & ETIENNE (1989) sendo [Eleite (kJ/d) = (20,6* GMD leitegada – 376 * N°Leitões)]. A utilização de energia foi determinada a partir das proposições de DOURMAD *et al*. (2008) [UE = EMm + Emilk/km −ERm/(krm ×km)] onde EMm = mantença, Emilk = energia exportada para a produção de leite considerando a eficiência de utilização de km =0.72, ERm = energia das reservas corporais considerando a eficiência de utilização de krm =0.87 para a produção de leite. O balanço energético (BE) de energia metabolizável considerou o total de EM ingerida somados a EM da ração pré-inicial ingerida pelos leitões descontados da utilização de energia pela porca.

2.2.4 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM em nível de 5% de significância. Os fatores considerados no modelo foram os efeitos de tratamento, bloco (OP) e período de coleta. O período de coleta das amostras foi removido

do modelo por não influenciar nas variáveis avaliadas. As eventuais diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 10 e 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Minitab 22 (Minitab Inc., State College, USA).

2.3 RESULTADOS

A composição química do colostro e leite de porcas alimentadas com dietas contendo PSD está apresentada na Tabela 1. Porcas suplementadas com PSD apresentaram maiores teores de MS, gordura, PB e EB no colostro (P<0,05). Além disso, foi observado efeito da ordem de parto sobre matéria seca, energia bruta e proteína no colostro (P<0,05). Fêmeas OP2 apresentam colostro com níveis de MS e PB mais concentrados em relação à primíparas. A suplementação de PSD alterou (P<0,10) os níveis de EB do leite, teores de lactose e gordura sem diferenças entre ordens de parição.

Tabela 1 – Composição química do leite de porcas lactantes alimentadas com dietas contendo ou não plasma sanguíneo desidratado.

	Tratamento							
	Controle		PSD			Efeitos[2]		
Variáveis, %	OP1	OP2	OP1	OP2	Dpr[1]	T	OP	T*OP
Colostro								
Matéria seca	18,4^{B}	20,3^{B}	19,7^{B}	24,7^{A}	136	0,007	0,004	0,056
Cinzas	0,85	0,73	0,75	0,78	14	0,711	0,506	0,246
Proteína	5,70^{C}	9,50^{B}	6,02^{C}	12,0^{A}	43	0,001	0	0,004
Gordura	7,05	6	7,4	10,4	257	0,053	0,982	0,069
Lactose	5,04	4,02	4,85	4,84	112	0,539	0,334	0,342
Energia bruta, kcal/kg	112,7^{B}	126,6^{B}	117,0^{B}	185,6^{A}	2480	0,038	0,017	0,058
Leite**								
Matéria seca	18,2	18	19	18,2	106	0,177	0,19	0,576
Cinzas	0,81	0,81	0,83	0,8	11	0,609	0,903	0,349
Proteína	5,55	5,64	5,55	5,85	36	0,443	0,157	0,431
Gordura	6,58^{B}	6,70^{B}	8,01^{A}	7,44^{A}	137	0,073	0,841	0,343
Lactose	5,50^{B}	5,36^{B}	5,68^{B}	6,53^{A}	93	0,059	0,29	0,159
Energia bruta, kcal/kg	110,5^{b}	113,0^{b}	119,3^{a}	122,2^{a}	960	0,021	0,439	0,946

*valores médios de amostras coletadas aos 7, 14 e 21 dias. [1]dpr, desvio padrão residual. PSD, plasma sanguíneo desidratado; T: tratamentos; OP: Ordem de parto; T*OP: interação dos efeitos de tratamento e ordem de parto. [2]Nível de significância a 5 e 10%. $^{a,b,\ A,B}$ Os valores dentro de uma linha diferem pelo teste de Tukey a P<0,05 e P < 0,10, respectivamente.

Os efeitos da suplementação com plasma sanguíneo desidratado (PSD) sobre o desempenho produtivo e balanço energético de porcas lactantes estão apresentados na

tabela 2. O consumo médio diário não diferiu entre os tratamentos (P>0,05), porém apresentou efeito da ordem de parto (P<0,05), onde fêmeas OP2 apresentaram maior consumo de ração. O peso vivo médio das porcas também aumentou conforme a ordem de parto (P<0,05), refletindo maior desenvolvimento corporal das matrizes mais velhas. Entretanto, a variação de peso corporal e a variação da espessura de toucinho não diferiram entre os tratamentos (P>0,05), indicando que as porcas mobilizaram reservas corporais de forma semelhante durante a lactação. O ganho de peso da leitegada e a produção de leite estimada não diferiram (P>0,05) entre os tratamentos.

Tabela 2 - Desempenho e balanço energético (BE) e de nitrogênio de porcas lactantes alimentadas com dietas contendo plasma sanguíneo desidratado (PSD).

Variáveis (inputs e balanços)								
	Controle		**PSD**				**Valor de P**	
Inputs de Desempenho	**OP1**	**OP2**	**OP1**	**OP2**	**dpr**	**T**	**OP**	**Int**
Consumo Médio Diário (kg)	5,97	6,54	6,37	6,37	116,8	0,85	0,01	0,2
PV médio na lactação (kg)[2]	178,5	217,1	178,7	222,2	3117,7	0,51	0,01	0,54
Variação de PV (ΔPV, kg)	-18,97	-22,86	-19,6	-13,04	2623,1	0,17	0,69	0,12
Variação de ET (ΔET, mm)	-2,69	-1,33	-1,26	-1,12	386,7	0,1	0,14	0,23
Produção de leite (kg/d)	9,81	9,91	9,87	9,18	3167,6	0,43	0,49	0,35
Ganho de Peso Leitegada (kg/d)	2,38	2,37	2,36	2,07	8456	0,14	0,15	0,2
Consumo Pré-inicial (kg/d)	0,039	0,049	0,045	0,046	0,276	0,785	0,25	0,338
B de energia metabolizável (BEm)								
EM Ingestão (Kcal/d)[3]	21.042	23.623	21.995	23.197	418,5	0,62	0,04	0,2
EM PI Leitegada (Kcal/d)	265	304,6	227,2	267,3	219,8	0,17	0,15	0,99
EM Manutenção (Kcal/d)[4]	5.854	5.854	5.855	5.853	1430,7	0,84	0,82	0,54
EM Exportada no Leite (Kcal/d)[5]	7.643^{B}	7.945^{AB}	8.565^{A}	8.236^{A}	2734	0,08	0,97	0,36
EM corporal mobilizada (kcal/d)	2.362	2.526	2.166	2.035	519,9	0,13	0,49	0,56
Balanço de EM Total (Kcal/d)	7.140	8.188	5.821	5.974	1.180	0,17	0,39	0,46

[1] desvio padrão residual; [2] ΔPV variação na perda de peso na lactação; Δ ET: diferença entre espessura de toucinho inicial e final; [3] Ingestão de EM: consumo diário de ração * EM da ração, kcal/kg; [4] PV 0,75*108 EM kcal/kg; [5] Produção leite diária kg/d * EB leite kcal/kg; [6] Produção leite diária kg/d * N no leite, g/d; Ns P>0,05; *P≤0,05; **P≤0,005; ***P≤0,001. OP: Ordem de parto; .Int; interação dos efeitos de tratamento e ordem de parto..^{a,b} Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em P < 0,05 de acordo com o teste de Tukey.^{A,B} Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em P < 0,10 de acordo com o teste de Tukey

Em relação ao balanço energético, a ingestão de energia metabolizável apresentou efeito da ordem de parto (P<0,05), acompanhando o maior consumo de ração observado nas porcas OP2. As exigências de EM para mantença e mobilizadas por reservas corporais foram semelhantes entre os tratamentos e ordens de parto avaliadas. Entretanto, a energia metabolizável exportada no leite foi superior em fêmeas alimentadas com plasma sanguíneo (P<0,10) corroborando com os níveis energéticos estimados a partir da composição do leite.

2. 4 DISCUSSÃO

O colostro e o leite apresentam funções diferentes e, por isso, possuem composições distintas. O colostro, produzido logo após o parto, apresenta maiores concentrações de proteína, matéria seca e componentes imunológicos, sendo fundamental para a transferência de imunidade passiva aos leitões (Araújo *et al*., 2022). Diferenças nos teores de MS, gordura, PB e EB no colostro observados em porcas suplementadas sugerem que PSD influenciou a composição do colostro. Considerando que as imunoglobulinas representam uma importante fração proteica presente no colostro, o aumento observado na proteína pode indicar maior presença de proteínas associadas à imunidade passiva (Szabó, *et al*., 2025). Dessa forma, a maior concentração de proteína observada nas porcas suplementadas sugere melhora da qualidade nutricional do colostro. Além disso, o aumento da proteína contribui diretamente para o maior teor de matéria seca, já que essa variável representa a quantidade total de sólidos presentes no colostro (Bailey *et al*., 2025; Kim *et al*., 2021). A redução gradual dos teores de proteína e matéria seca observada após a fase do colostro está relacionada à diminuição da transferência de imunoglobulinas e ao aumento da produção de leite pelas porcas, o que promove uma diluição natural dos sólidos presentes na secreção mamária (Kazimierska *et al*., 2025; Araújo *et al*., 2022).

As porcas suplementadas com plasma sanguíneo desidratado apresentaram maiores concentrações de proteína e matéria seca no leite independente da ordem de parto. A suplementação com PSD influenciou a composição energética do colostro, resultando em maiores valores de energia bruta, especialmente nas porcas de segunda ordem de parto. Esse resultado pode estar relacionado ao aumento simultâneo dos teores de proteína e matéria seca observados no colostro das fêmeas suplementadas, uma vez que a energia bruta do leite é diretamente influenciada pela concentração de seus constituintes sólidos. De acordo com Araújo *et al*. (2022), o colostro apresenta maiores concentrações de matéria seca e proteína quando comparado ao leite produzido posteriormente, características que contribuem para

seu maior valor energético. Assim, o aumento da energia bruta está associado às alterações na composição química do colostro promovidas pela suplementação com PSD, e não apenas ao volume de secreção produzido pelas porcas. Já o leite produzido ao longo da lactação apresenta menor teor de proteína e composição mais estável, tendo como principal função fornecer energia e nutrientes para o crescimento dos leitões (Araújo *et al*., 2022).

A lactose é considerada um dos componentes mais estáveis do leite suíno, demonstrando pequenas alterações ao longo da lactação. Além de representar a principal fonte de carboidrato do leite, a lactose desempenha papel fundamental no fornecimento de energia aos leitões lactentes e na regulação do volume de leite produzido, onde sua síntese exerce efeito osmótico na glândula mamária (THEIL *et al*.,2022). Com a transição do colostro para o leite, ocorre o aumento da lactose e redução dos teores de proteína e sólidos totais (Rempel *et al*., 2023).

Os efeitos observados com a suplementação de PSD podem estar relacionados à elevada digestibilidade de aminoácidos e à presença de proteínas biologicamente ativas, especialmente imunoglobulinas, que auxiliam na modulação da resposta inflamatória e na melhor utilização dos nutrientes pelas porcas e leitões (Bailey, 2022). É importante considerar que a nível de 10 % de probabilidade, porcas alimentadas com PSD ao longo da lactação apresentaram níveis de gordura, lactose e respectivamente teores de energia bruta superiores às alimentadas com dietas controle. Esse comportamento pode estar relacionado ao maior peso corporal e à maior capacidade de ingestão dessas fêmeas durante a lactação.

A utilização de reservas energéticas nessa fase ocorre devido à elevada exigência nutricional para produção de leite, principalmente quando o consumo alimentar não supre totalmente a demanda metabólica das matrizes (Kim *et al*., 2021). Mesmo sem efeito significativo no peso das leitegadas e produção de leite estimada, os valores permaneceram próximos entre os grupos, demonstrando manutenção do desempenho das leitegadas durante o período experimental. A produção de leite pode ser influenciada pelo consumo alimentar, estado corporal e capacidade metabólica das porcas lactantes.

A exigência de manutenção, energia exportada no leite e o balanço energético total não diferiram entre os tratamentos, indicando que a suplementação com PSD não alterou o aproveitamento do nitrogênio pelas matrizes durante a lactação. De maneira geral, a suplementação com PSD não promoveu alterações expressivas sobre o desempenho produtivo, produção de leite, balanço energético e balanço de nitrogênio das porcas lactantes. As principais diferenças observadas estiveram relacionadas à ordem de parto, demonstrando maior influência da categoria da matriz sobre as variáveis metabólicas e produtivas avaliadas.

2.5 CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o PSD pode ser uma estratégia promissora para melhorar a qualidade nutricional e imunológica do colostro, embora estudos adicionais sejam necessários para confirmar seus efeitos sobre desempenho produtivo e saúde das leitegadas. A adição de PSD em dietas para porcas lactantes melhora a composição do leite com benefícios ao balanço energético durante a lactação.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, *et al*. Composição físico-química do colostro e do leite de porcas durante a lactação sob condições tropicais. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, Recife, v. 16, n. 1, p. 59–64, 2022.

BAILEY, H. M. **Spray dried plasma increases nutrient digestibility, improves growth performance, and modulates the inflammatory response of weaned pigs and sows**. 2022. Dissertation (Doctor of Philosophy in Nutritional Sciences) – University of Illinois Urbana-Champaign, Urbana, 2022.

BAILEY, H. M. *et al*. Effects of spray-dried plasma on litter growth performance and oxidative stress and inflammation of sows kept in a hot environment. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 16, art. 13, 2025.

DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M.; NOBLET, J. Measuring and predicting the body composition of lactating sows. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2413–2426, 1997.

KAZIMIERSKA, C. *et al*. Factors affecting the Ig content of sow's colostrum: a systematic review and meta-analysis. **Agriculture**, v. 15, n. 2, art. 173, 2025.

KIM, K. *et al*. Dietary spray-dried plasma supplementation in late-gestation and lactation enhanced productive performance and immune responses of lactating sows and their litters. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 63, n. 5, p. 1076–1085, 2021.

KORDEL, L. A. R.; LEHNEN, C. R. Estratégias de uso do plasma spray dried para leitões pós-desmame e em creche. In: **Nutrição e produção de animais não-ruminantes: impactos, tendências e desafios contemporâneos**. Goiânia: Editora Científica Digital, 2025. v. 1, p. 77–88.

MARTINS, *et al*. Produção e composição do leite de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Ciência Rural**, v. 37, 2007.

MINITAB INC. **Minitab Statistical Software**. Versão 19.1. State College, PA: Minitab Inc., [s.d.].

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3352–3359, 1989.

REMPEL, L. A.; OLIVER, W. T.; MILES, J. R. Milk characteristics during early and mid-lactation are associated with piglet growth during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 101, 2023.

ROSTAGNO, H. S. *et al*. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 5. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2024.

SANTOS, L. R. *et al*. Utilização do plasma sanguíneo desidratado na nutrição de suínos: efeitos sobre desempenho, saúde intestinal e resposta imunológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 53, 2024.

THEIL, P. K.; HURLEY, W. L. Mammary gland development, colostrum and milk production in sows. In: **The gestating and lactating sow**. 2. ed. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2022. p. 219–244.

YOUNG, M. G.; AHERNE, F. X. Energy and lysine requirements of gestating sows. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 172–180, 2005.

CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DO PLASMA SUÍNO DESIDRATADO DIETÉTICO NOS PARÂMETROS BIOQUÍMICOS E STATUS OXIDATIVO DE PORCAS E LEITEGADAS, E NA MORFOMETRIA INTESTINAL DE LEITÕES LACTENTES

RESUMO

Este estudo avaliou a arquitetura da mucosa intestinal de leitões aos 21 dias de idade, alimentados com plasma sanguíneo desidratado durante a lactação por meio da microscopia eletrônica de varredura. Foram analisadas amostras de duodeno, jejuno e íleo provenientes de leitões do grupo controle e tratamento. As amostras foram avaliadas quanto à organização das vilosidades, integridade da superfície epitelial, presença de estruturas associadas à renovação celular, atividade secretora e alterações morfológicas da mucosa intestinal. As imagens obtidas permitiram caracterizar detalhadamente a microarquitetura intestinal e evidenciar diferenças morfológicas entre os tratamentos. De modo geral, os animais suplementados com PSD apresentaram vilosidades mais uniformes e melhor organização superficial da mucosa quando comparados aos leitões do grupo controle. A presença de muco, atividade imunológica e a interação da mucosa com microrganismos evidenciaram a complexidade funcional do ambiente intestinal. A microscopia eletrônica de varredura mostrou-se uma ferramenta complementar relevante para a avaliação da integridade da mucosa e das respostas intestinais às estratégias nutricionais, embora o aprimoramento das técnicas de processamento das amostras seja essencial para maior preservação estrutural. De forma geral, os achados demonstram que a suplementação com plasma sanguíneo desidratado contribui para a manutenção da integridade intestinal de leitões em lactação, reforçando seu potencial como estratégia nutricional para promover a saúde intestinal durante essa fase.

Palavras-chave: lactação; plasma sanguíneo desidratado; intestino; microscopia eletrônica de varredura.

3.1 INTRODUÇÃO

A fase de lactação representa um dos períodos mais exigentes da produção suinícola, pois impõe elevadas demandas metabólicas e nutricionais às fêmeas, que precisam sustentar a produção de leite e, simultaneamente, manter sua condição corporal. O consumo de ração e a eficiência metabólica durante esse período são determinantes para o desempenho da leitegada e para a longevidade produtiva das matrizes. Desafios fisiológicos, como o estresse oxidativo e a ativação do sistema imune, podem comprometer a saúde intestinal e reduzir a disponibilidade de energia para funções produtivas. (Kim *et al*., 2021).

Nesse contexto, a utilização de ingredientes funcionais tem se destacado como estratégia nutricional para promover a integridade intestinal e o equilíbrio imunológico de porcas e leitões. (Perez., 2016; Kim K,. 2021) O plasma sanguíneo desidratado (PSD) é um ingrediente de origem animal amplamente estudado na alimentação de leitões e, mais recentemente, avaliado em fêmeas suínas. Sua composição é rica incluindo proteínas, citocinas, fatores de crescimento, hormônios, peptídeos bioativos e aminoácidos, que exercem efeitos imunomoduladores, anti-inflamatórios e de reparo tecidual (Kazimierska el al., 2023). Esses compostos bioativos contribuem para reduzir a permeabilidade intestinal, melhorar a absorção de nutrientes e mitigar a resposta inflamatória sistêmica, favorecendo o desempenho animal em situações de desafio.

Nas fêmeas lactantes, a suplementação com plasma tem ganho destaque por sua capacidade de modular a resposta imune e reduzir o estresse inflamatório, o que permite maior direcionamento de energia para a produção de leite e manutenção da condição corporal. Além disso, o PSD melhora a integridade da mucosa intestinal, resultando em maior eficiência na digestão e absorção de nutrientes (Bailey *et al.,* 2022). Esses efeitos refletem positivamente no consumo voluntário de ração, na qualidade do leite e no estado metabólico de porcas e leitões.

Embora os benefícios do plasma sejam bem documentados em leitões, ainda há poucas evidências sobre sua utilização em dietas de fêmeas suínas lactantes e sobre os efeitos integrados sobre saúde intestinal, metabolismo e desempenho produtivo. Os estudos recentes (Bailey *et al*., 2025) apontam o PSD como uma alternativa promissora para otimizar o desempenho das matrizes e a viabilidade das leitegadas, atuando de forma sinérgica sobre a imunidade, integridade intestinal e eficiência produtiva.

A avaliação dos efeitos do plasma sanguíneo desidratado na alimentação de fêmeas e suas leitegadas busca integrar desempenho produtivo, imunidade e saúde intestinal, contribuindo para o avanço de estratégias nutricionais mais eficazes na suinocultura. Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de plasma suíno desidratado na alimentação de fêmeas suínas e suas leitegadas, considerando dados de desempenho zootécnico, resposta imune, estresse oxidativo e morfometria intestinal. Busca-se compreender, em nível tecidual, a proliferação celular do epitélio intestinal de leitões alimentados com dietas contendo PSD. Especificamente, o trabalho visa verificar a integridade intestinal dos leitões lactentes alimentados direta ou indiretamente com dietas contendo plasma sanguíneo através de análises histológicas e de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Animais, delineamento experimental e alojamento

O experimento foi conduzido na Unidade Produtora de Leitões da Cooperativa Frísia Agroindustrial, localizada em Carambeí, Paraná, após aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Ponta Grossa (Processo 24.000057185-9).
Foram utilizadas 80 porcas de genética comercial, previamente inseminadas artificialmente, pertencentes à primeira (OP1) e segunda (OP2) ordem de parto. O período experimental teve duração de 33 dias, compreendendo os dias pré-parto e 21 dias totais de lactação. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, tendo como critério de bloqueio a ordem de parto (bloco 1 – OP1; bloco 2 – OP2) e dois tratamentos Controle e PSD. Cada tratamento contou com dois blocos e um total de dez repetições, sendo considerada uma repetição a matriz e sua respectiva leitegada. Após o nascimento de todos os leitões, o experimento contemplou 1140 leitões ao total, divididos em quatro tratamentos.

As matrizes foram alojadas em celas de parição individuais, equipadas com comedouros tipo calha e bebedouros automáticos, em sala com ambiente climatizado. Após o nascimento, os leitões permaneceram sobre placas de aquecimento, com temperatura ajustada de acordo com a fase de desenvolvimento. A equalização dos leitões ocorreu entre 6 e 12 horas após o término do parto, com a distribuição de biológicos e leitões adotados equivalentes. Ao parto, foram coletados dados referentes ao número de leitões nascidos vivos, mortos, mumificados, bem como o peso individual das leitegadas. Os leitões foram pesados

ao nascer e semanalmente para estimar o ganho de peso e monitorar a variação intraleitegada, as pesagens foram realizadas com balança digital com precisão de 0,05 gramas.

As porcas lactantes receberam dietas isonutritivas, formuladas de acordo com as recomendações nutricionais do NRC (2012), conforme demonstrado na tabela A1, fornecidas ad libitum. Na suplementação com PSD, as matrizes receberam adicionalmente 35 g/dia de PSD, fornecido "on top" na primeira refeição do dia. A partir do sétimo dia de vida, os leitões dos respectivos grupos de tratamento passaram a receber dietas experimentais micropeletizada contendo 3 g/dia/animal de PSD para atender a 22% de inclusão de plasma na composição final da dieta (Tabela A2) fornecidas na forma de creep feeding à vontade.

3.2.2 Coleta de sangue e eutanásia dos animais

Para a coleta de sangue após o parto e ao desmame, foram amostrados quatro porcas e seis leitões por tratamento, totalizando 16 e 24 amostras, respectivamente. Os leitões foram contidos em decúbito dorsal com o pescoço estendido e os membros anteriores tracionados caudalmente, mantendo o pescoço no mesmo eixo longitudinal do corpo. A punção foi realizada na depressão do sulco jugular à altura do manúbrio do esterno, utilizando agulha de 18 x 38 mm e seringa de 10 mL A coleta de sangue nas porcas foi realizada por punção em veia jugular com agulha de 16 x100 mm mantedo-as em pé e contidas por laço no focinho (Sobestiansky *et al*., 2012). As amostras de sangue foram conservadas a -5°C para avaliação de parâmetros hematológicos e bioquímicos e a -80°C para avaliação de enzimas de resposta oxidativa. Aos 21 dias de vida, 8 leitões saudáveis e 8 leitões com menor viabilidade (selecionados aleatoriamente dos tratamentos) foram eutanasiados com uma associação 40mg/kg de cetamina e 20mg/kg de xilazina, via intramuscular. Após a eutanásia, foi aplicado 10mL de cloreto de potássio 20% via intramuscular. Após a secção com bisturi longitudinalmente, foram coletados e pesados fígado, pâncreas, baço, pulmões, rins, intestino delgado e grosso (Tabela A3). Além disso, foram coletados fragmentos de 5cm de comprimento de cada segmento do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), aberto ao longo do mesentério, lavado em solução fisiológica e a serosa do segmento intestinal fixada em papelão com grampos.

3.2.3 Respostas bioquímicas, imunidade celular e de estresse oxidativo

As análises bioquímicas e imunidade celular foram realizadas em analisador hematológico semiautomático URIT 3000 Plus (MHLab, São Paulo) e kits comerciais da marca Ebram®, seguindo-se rigorosamente as recomendações do fabricante quanto à manipulação dos reagentes, calibração do equipamento e processamento das amostras. Análise da imunidade celular ocorreu por meo da contagem de células a partir da hematologia computadorizada, colorimetria seguida de microscopia para a contagem de neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos, monócitos e plaquetas.

Para a avaliação da capacidade de enzimas antioxidantes, o sangue foi coletado com heparina, homogeneizado lentamente, precipitado com ácido tricloro acético (TCA) 20%, na proporção de 1:1 (sangue:TCA) e centrifugado por 10 minutos a 5000 rpm. As amostras de soro foram cuidadosamente homogeneizadas e diluídas em uma solução tampão fosfato (pH 7,4) com 1000 µl de EDTA. A fração líquida da amostra foi utilizada para testar os níveis das enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e malondialdeído (MDA), bem como a concentração de glutationa S-transferase (GST) e a diluição também foi utilizada para determinar a proteína total (PT). A análise da atividade da SOD seguiu o protocolo estabelecido por Dieterich (2000) com pequenas modificações. O processo envolveu a adição de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio (MTT) e ácido pirogálico. Posteriormente, dimetilsulfóxido (DMSO) foi adicionado às amostras. Em seguida, as amostras foram transferidas para microplacas e analisadas em um leitor de ELISA ajustado para um comprimento de onda de 570 nm. A estimativa da atividade da CAT foi realizada utilizando um protocolo estabelecido por Aebi. (1984). Peróxido de hidrogênio foi adicionado à fração líquida, e os valores de absorbância foram medidos. A quantificação do metabólito da peroxidação lipídica MDA nas amostras foi realizada conforme o método descrito por Wallin (1993). A fração líquida foi submetida a uma solução de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), composta por 15% de ácido tricloroacético, 0,375% de ácido tiobarbitúrico e 6% de ácido clorídrico. Posteriormente, a mistura foi aquecida em banho-maria (90 °C) por 40 min. Em seguida, foi resfriada e centrifugada (14.000 xg por 5 min). Por fim, a fração líquida foi coletada e analisada em espectrofotômetro ajustado para 535 nm. A análise da atividade da GST seguiu um método padrão estabelecido por Habig (1974). Após a adição de 1-cloro-2,4-dinitrobenzeno (CNDB) e glutationa reduzida (GSH) nas amostras, as medições de absorbância foram registradas 30 segundos depois. Os resultados foram expressos em micromoles por minuto por grama de soro.

O conteúdo de proteína total foi determinado utilizando albumina sérica bovina (BSA) como padrão, de acordo com o método descrito por Lowry (1951). Para a realização das análises, foram preparados diferentes tampões: tampão fosfato pH 7,0, utilizado na análise da enzima GST; tampão fosfato pH 7,4 contendo EDTA, empregado para a diluição das amostras; tampão fosfato 0,2 M pH 8,0, utilizado na análise de SOD; e tampão fosfato de sódio e potássio 50 mM pH 7,4, utilizado na análise de CAT. O resultado foi quantificado em micromoles por miligramas de proteína total. As análises foram realizadas nos laboratórios de Nutrição Animal (Depto Zootecnia), de Técnica Operatória Experimental (Bloco M) e Central Multiusuária do Setor de Ciências Biológicas e da Saúde (LABMU-CiBioS).

3.2.4 Morfometria de vilos e criptas da submucosa

Segmentos do duodeno, jejuno e íleo foram coletados de cada animal para análises histológicas e imunohistoquímicas, conforme descrito por Hu *et al*. (2013). As amostras dos segmentos foram cuidadosamente lavadas em solução salina, abertas ao longo de seu eixo longitudinal com o auxílio de tesoura cirúrgica e fixadas por suas extremidades em placas de isopor. As amostras foram fixadas em solução de formaldeído tamponado a 10% por 24 horas e, posteriormente, conservadas em álcool 70% até o processamento histológico. Segmentos do duodeno, jejuno e íleo de todos os animais foram desidratados em série ascendente de álcool etílico, diafanizados em xilol e incluídos em parafina para a obtenção de cortes transversais semi serrados de 4 μm (micrótomo Leica RM 2145), os quais foram corados com Hematoxilina e Eosina (HE). A partir destes, os estratos que compõem a parede intestinal foram avaliados quanto à altura de vilosidade, profundidade de cripta e relação vilosidade:cripta. As imagens dos cortes histológicos corados em HE ou submetidos à reação imunohistoquímica foram obtidas sob microscopia óptica (Nikon Eclipse®, Shinjuku, Japão), acoplada a uma câmera de alta resolução (Nikon®, Ds-Fi1c, Shinjuku, Japão), utilizando objetivas de 20X e 40X, respectivamente. Foram analisados cortes longitudinais, quantificando-se vilosidades íntegras, criptas e células caliciformes em uma média de 20 campos por animal (4 animais por tratamento), utilizando o software NIS-Elements (versão 4.0, Praga, República Tcheca) (Schneider *et al*., 2017). As mensurações e contagens celulares foram realizadas por meio do software Image-Pro® Plus (versão 4.0, Media Cybernetics). As vilosidades foram mensuradas da base ao ápice, e as criptas, de sua base até a transição cripta/vilosidade. Para cada corte, foram calculados a média e o erro padrão da altura da

vilosidade e da profundidade da cripta correspondente. A área absortiva foi determinada pela multiplicação da altura e largura de cada vilosidade.

3.2.5 Proliferação celular e células caliciformes

Brevemente, cortes histológicos de tecido com 4 µm de espessura foram desparafinizados em xileno e reidratados em série decrescente de álcool absoluto. A recuperação antigênica foi realizada por imersão em tampão citrato (10mM, pH 6,0) a 95 °C por 20 minutos, seguida de lavagem em água corrente. Posteriormente, todas as lâminas foram tratadas com H_2O_2 a 3% em metanol a 30% por 20 minutos para o bloqueio da atividade da peroxidase endógena, seguido por três lavagens (5 minutos cada) em PBS (solução salina fosfato-tamponada 0,05 M, pH 7,4). Em seguida, utilizou-se o anticorpo monoclonal anti-PCNA (clone PC10) empregando-se o kit de detecção de segunda geração LAB-SA Histostain®-Plus (Invitrogen). Os cortes foram incubados em solução de bloqueio contendo 10% de soro não imune de cabra (Reagente A) por 30 minutos, seguida pela incubação com o anticorpo primário anti-PCNA a 4 °C *overnight* (pernoite). No dia seguinte, as secções foram lavadas com PBS (0,05 M, pH 7,4) e tratadas com o anticorpo secundário biotinilado (*biotinylated link*) por 30 minutos, sendo lavadas com solução de PBS por quatro vezes de 5 minutos, conforme as instruções do kit imuno histoquímico. Subsequentemente, os cortes foram incubados com o conjugado estreptavidina-peroxidase por 10 minutos e lavados duas vezes com PBS por 5 minutos. A revelação foi realizada por imersão no cromógeno DAB (tetracloridrato de 3,3'-diaminobenzidina) por 10 minutos. Por fim, as lâminas foram contra coradas com hematoxilina e a distribuição das células imuno positivas — caracterizadas pela coloração castanho-amarelada dos produtos imunorrelativos — foi observada sob microscopia de luz. Paralelamente, cortes de tecido para controle negativo foram submetidos ao mesmo procedimento, exceto pela substituição do anticorpo primário específico por PBS. A célula PCNA-positiva foi definida pela marcação nuclear castanha clara e distinta. O número de células positivas foi expresso como a porcentagem do total de células contadas para gerar o escore de PCNA. Para a contagem das células positivas, foram avaliados 24 campos aleatórios sob magnificação de 40x em três animais por grupo experimental. Os resultados foram expressos como número de células por mm^2.

As colorações de Ácido Periódico de Schiff (PAS) e Alcian Blue (AB), nos pHs 1,0 e 2,5, foram utilizadas para avaliar a modulação de mucinas por meio da quantificação de células caliciformes (CCs). Para a quantificação de linfócitos intraepiteliais (IELs) e de CCs

produtoras de mucinas neutras (PAS-positivas) e ácidas (sulfomucinas e sialomucinas), foram capturadas 24 imagens aleatórias utilizando uma objetiva de 40×, distribuídas em quatro cortes histológicos por animal, seguidas pelas quantificações celulares de cada imagem. Os resultados foram expressos em número de células por mm².

3.2.6 Microscopia eletrônica de varredura

Para a microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram coletadas separadamente porções da região proximal do duodeno, média do jejuno e do íleo terminal de cada animal, abertas pela borda mesentérica e estendidas pela serosa e, a seguir, desidratadas em séries crescentes de álcool etílico 80, 90 e 100%, com intervalos de 20 minutos. Após esse procedimento, as amostras foram fixadas em papelão e levadas até a estufa, onde permaneceram por 30h à 36ºC. Para a leitura em MEV as amostras desidratadas foram seccionadas em fragmentos de aproximadamente 1 cm², fixadas em pinos metálicos de leitura e submetidas à secagem em aparelho de ponto crítico Electron Microscopy Sciences® 850. Posteriormente, as amostras foram metalizadas a vácuo em equipamento DESK II®, utilizando liga ouro-paládio com espessura de 60 nm durante 60 segundos. Em seguida, as amostras foram analisadas em microscópio eletrônico de varredura, modelo Vega 3 TESCAN, operando a 15 kV com ampliações padronizadas de 200x, 300x e 700x. As imagens de MEV foram realizadas no Complexo de Laboratórios Multiusuários (C-Labmu) da UEPG.

3.2.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos coletados nos experimentos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM em nível de 5% de significância. Foram considerados no modelo os efeitos fixos da presença de PSD, peso inicial dos leitões, ciclo (OP1 e OP2) e o erro residual. Os dados de contagem celular foram transformados por raiz quadrada para atender aos pressupostos de normalidade dos resíduos (Anderson-Darling; $p > 0,05$) e homogeneidade de variâncias (Levene; $p > 0,05$), sendo subsequentemente submetidos à ANOVA. Foram utilizados como covariáveis a altura de vilosidades e profundidade de criptas na contagem de células em proliferação e células caliciformes secretoras de muco. As eventuais diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey (estudo com quatro tratamentos). As análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico Minitab 22 (Minitab Inc., State College, USA). Para avaliar a capacidade de discriminação

entre os tratamentos experimentais sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos foi realizada a Análise Discriminante Linear (LDA). A LDA foi conduzida utilizando a função *lda* do pacote *MASS* no software Rstudio 4.5.1, considerando o tratamento como variável categórica dependente e as concentrações de parâmetros hematológicos e metabólicos como variáveis independentes no momento das duas coletas de sangue. A projeção dos indivíduos foi realizada ao longo da primeira função discriminante (LD1), e o desempenho do modelo foi avaliado por meio de matriz de confusão e acurácia aparente, calculada como a proporção de observações corretamente classificadas.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso vivo (PV) inicial, pós-parto e ao desmame diferiu entre as ordens de parto ($P<0,05$). Como esperado fêmeas OP 2 apresentaram maior peso corporal e proporcionalmente maiores PV pós-parto e ao desmame apresentado na tabela 3. A mobilização estimada de peso durante a lactação não diferiu entre os tratamentos. Mensurações de caliper e ET por ultrassom ao longo da lactação não diferiram entre tratamentos e OP. Com exceção para fêmeas OP1 que apresentaram maiores perdas em ET avaliadas por caliper ($P<0,05$). Interação entre PSD e OP foi verificada no consumo de ração na primeira semana indicando que fêmeas alimentadas com PSD e fêmeas OP2 consumem mais alimento. Na segunda semana o consumo de ração foi superior em fêmeas OP2. O consumo total de ração ao longo da lactação também foi semelhante entre os grupos (120,6 vs. 125,4 kg para primíparas e 129,4 vs. 128,2 kg para OP2). A conversão alimentar durante a lactação diferiu entre fêmeas OP1 e OP2 ($P<0,10$) sendo superior em OP2 sem diferenças entre suplementadas ou não com PSD.

Como esperado, o intervalo desmame-estro (IDC) diferiu entre fêmeas OP1 e OP2 ($P<0,05$), com valores superiores para primíparas. De maneira geral, a inclusão de PSD nas dietas de lactação não alterou o desempenho das fêmeas.

Tabela 3 – Desempenho de porcas OP1 e OP2 em lactação alimentadas com dietas contendo plasma sanguíneo suíno seco por pulverização.

	Controle		PSD		dpr[1]	T[2]	OP[3]	TxOP[4]
	OP1	OP2	OP1	OP2				
N porcas	21	20	20	18				
PV inicial, kg	205,8^{b}	241,8^{a}	203,9^{b}	245,4^{a}	19,77	0,856	0	0,544
PV pós-parto, kg	185,3^{b}	221,0^{a}	182,7^{b}	226,8^{a}	19,67	0,724	0	0,348
PV ao desmame, kg	186,5^{b}	220,2^{a}	185,7^{b}	232,2^{a}	18,51	0,187	0	0,129
Mobilização, kg	2,49	-0,83	4,96	2,11	13,12	0,376	0,313	0,94
Caliper inicial, mm	13,38	14,15	13,2	13,88	1,95	0,617	0,102	0,928
Caliper final, mm	10,88^{B}	12,65^{A}	11,10^{AB}	12,33^{AB}	2,2	0,922	0,003	0,592
Dif caliper	2,5	1,5	2,1	1,55	1,54	0,623	0,03	0,515
ET inicial, mm	12,04	12,15	11,1	12,11	2,35	0,355	0,297	0,394
ET final, mm	9,66	10,65	9,8	10,61	2,84	0,942	0,166	0,894
Dif ET, mm	2,42	1,55	1,45	1,44	2,23	0,286	0,383	0,389
CMRD 1ªsem, kg	4,61^{B}	5,38^{A}	5,13^{AB}	4,82^{AB}	0,987	0,916	0,302	0,018
CMRD 2ª sem, kg	6,48^{B}	6,97^{A}	6,54^{AB}	6,78^{AB}	0,648	0,665	0,014	0,423
CMRD 3ª sem, kg	6,13	6,16	6,25	6,72	1,61	0,358	0,5	0,538
CMT lactação, kg	120,65^{B}	129,47^{A}	125,45^{AB}	128,29^{AB}	11,14	0,473	0,023	0,237
CA lactação	2,76	2,82	2,72	3,23	0,771	0,295	0,099	0,199
IDC, d	4,50^{AB}	3,94^{B}	5,38^{A}	4,25^{AB}	1,39	0,118	0,028	0,443
Descarte fêmeas	1/21	-	4/20	2/18				

[1] Desvio padrão residual. [2] Efeito do plasma sanguíneo seco por pulverização (PSD). [3] Efeito da ordem de parto das matrizes.[4] Efeito da interação entre plasma sanguíneo seco por pulverização e ordem de parto das matrizes.^{a,b} Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em $P < 0,05$ de acordo com o teste de Tukey.^{A,B} Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em $P < 0,10$ de acordo com o teste de Tukey.

A variação no tamanho das leitegadas verificada ao nascimento e aos 21 dias não diferiu sobre a taxa de sobrevivência (Tabela 4). Independente disso, o peso inicial foi utilizado como covariável para a avaliação do peso de leitegada e individual durante a lactação. Já o número de leitões em cada leitegada foi utilizado como covariável para ajustar equitativamente o consumo de ração intraleitegada, sendo apresentadas na tabela médias ajustadas. Ao nascimento, leitões de fêmeas OP2 foram mais pesados ($P<0,05$) porém nas semanas seguintes não houve alteração no peso individual. Houve interação entre consumo de PSD pelos leitões e OP para o ganho de peso na primeira semana indicando que leitões de primíparas apresentam maior GPD seguido de leitões PSD apresentam maior ganho de peso. Entretanto, não influenciou nos pesos aos 7, 14 e 21 dias de idade sendo semelhantes entre os grupos controle e PSD, independentemente da ordem de parto das matrizes. Aos 21 dias, os pesos médios dos

leitões variaram de 4,84 a 5,04 kg, sem diferenças significativas (p>0,05), indicando que a suplementação com plasma sanguíneo suíno seco não alterou o crescimento ponderal dos leitões até o desmame.

Não houve diferenças significativas (P>0,05) para o consumo de ração entre as leitegadas alimentadas com PSD em porcas OP1 e OP2. O consumo médio de ração (CMR) dos 7 aos 21 dias indicados na tabela como 1ª e 2ª semanas foi numericamente semelhante entre os tratamentos. O ganho de peso diário (GPD) foi significativamente maior (P<0,10) nos leitões nascidos de primíparas do grupo controle em relação aos leitões que consumiram dietas PSD. Entretanto, nas demais semanas e no GP total não houve diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 4- Desempenho de leitões lactentes alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo suíno seco por pulverização.

	Controle		PSD		dpr[1]	PSD[2]	Ciclo[3]	PSDxCiclo[4]
	OP1	OP2	OP1	OP2				
n leitões	309	292	294	244				
Peso inicial, kg	1,42^{AB}	1,56^{AB}	1,37^{B}	1,63^{A}	0,15	0,59	0,003	0,426
Peso ao 7º dia, kg*	2,35	2,28	2,31	2,3	0,34	0,91	0,619	0,641
Peso ao 14º dia, kg	3,9	3,97	3,81	3,94	0,5	0,59	0,402	0,778
Peso ao 21º dia, kg	4,92	5,04	4,84	4,93	0,66	0,52	0,522	0,921
n leitões 21 dias	295	281	278	234				
CMR 1ª semana, g	0,227	0,238	0,201	0,204	0,1	0,18	0,744	0,875
CMR 2ª semana, g	0,326	0,45	0,43	0,44	0,21	0,33	0,178	0,243
CMR Total leitegada, g	0,554	0,688	0,631	0,645	0,28	0,79	0,248	0,338
GPD 1ª semana, kg	13,10^{A}	9,01^{B}	11,04^{AB}	10,49^{AB}	4,17	0,85	0,009	0,086
GPD 2ª semana, kg	22,22	20,93	20,68	22,26	4,61	0,92	0,89	0,174
GPD 3ª semana, kg	14,56	13,39	13,61	13,53	3,63	0,63	0,457	0,506
GP Total, kg	47,42	46,15	45,26	46,4	7,89	0,59	0,972	0,517
% Sobrevivência	95,38	96,05	95,07	95,65	5,69	0,78	0,634	0,97

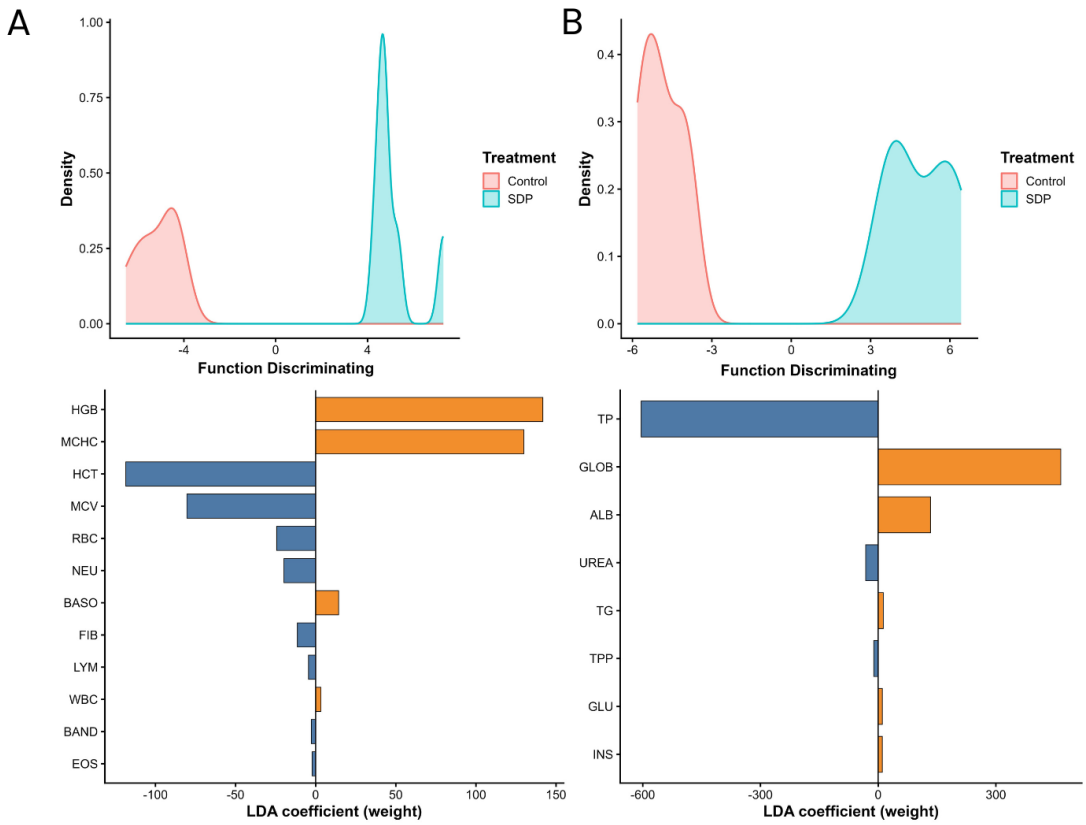
[1] Desvio padrão residual.[2] Efeito do plasma sanguíneo seco por pulverização (PSD). [3] Efeito da ordem de parto das matrizes. [4] Efeito da interação entre plasma sanguíneo seco por pulverização e ordem de parto das matrizes. [A,B] Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em P < 0,10 de acordo com o teste de Tukey. *LS means médias ajustadas para peso inicial como covariável.

Quanto aos parâmetros bioquímicos avaliados em porcas lactantes, apenas a albumina inicial de porcas do grupo controle foram superiores (P<0,05) em relação às suplementadas com PSD (4,25 g/dL vs. 3,80 g/dL) (Tabela A4). Ambos os valores encontrados foram superiores aos estabelecidos como referência para a espécie (1,80 – 3,30 g/dL) (Kaneko; Harvey; Bruss, 2008). Os demais parâmetros avaliados não apresentaram diferenças significativas. Em leitões do grupo PSD a concentração de hemoglobina corpuscular média

(CHGM) apresentou um valor maior (30,16%) em relação ao grupo Controle (27,93%) ($P < 0,005$) conforme demonstrado na tabela A5, ambos dentro do valor de referência para idade. Os eosinófilos finais do grupo PSD apresentaram uma contagem média de 511±113 mm^3, enquanto o grupo controle apresentou valor zero ($P < 0,039$). O plasma sanguíneo desidratado regula leucócitos, citocinas e barreira intestinal (Kazimierska, 2023), a alteração dos eosinófilos podem fazer parte da reorganização, onde o PSD não reduz a ativação imunológica basal, mas reforça a defesa em situações desafiadoras. Em relação a glicose inicial, o grupo PSD apresentou um valor significativamente maior (113,5 mg/dL) comparado ao grupo controle (70,00 mg/dL) ($P < 0,008$). Os triglicerídeos iniciais também apresentaram valores maiores para o tratamento PSD (69,7 mg/dL) em comparação ao controle (41,00 mg/dL) ($P < 0,036$). Leitões PSD apresentaram níveis de ureia inferiores em relação ao grupo controle ($P < 0,033$). É provável que os parâmetros bioquímicos no início estejam associados ao menor tempo de jejum entre leitões previamente selecionados, uma vez que o tempo de mamada e o horário de mamada antes da separação para jejum não foi monitorado.

Na figura 2 é observada a Análise Linear Discriminante (LDA) relacionada ao perfil hematológico e metabólico em leitões após 24h de nascimento. A análise LDA indica que os perfis hematológicos (2A) e metabólicos (2B) dos grupos Controle e PSD apresentam separação total nas 24 horas após nascimento do leitão. Na figura 2A o componente discriminante foi praticamente dominado pela hemoglobina, cuja magnitude de coeficiente indica que este parâmetro foi o principal responsável por diferenciar os tratamentos. As demais variáveis que entraram na análise tiveram pesos próximos de zero e contribuíram pouco para a separação. Na figura 2B, as distribuições dos dois tratamentos evidenciaram picos deslocados com nos parâmetros metabólicos sugerindo que os animais apresentam perfis bioquímicos distintos. No gráfico dos coeficientes é demonstrado que os níveis de proteínas totais e globulinas são responsáveis por diferenciar os tratamentos. Em maior magnitude, as proteínas totais diferiram com pesos negativos, indicando um padrão de oposição entre um tratamento e outro.

Figura 2. A) Análise Discriminante Linear (LDA) relacionada ao perfil hematológico em leitões após 24h de nascimento. B) Análise Discriminante Linear (LDA) relacionada ao perfil metabólico de 24h de nascimento.

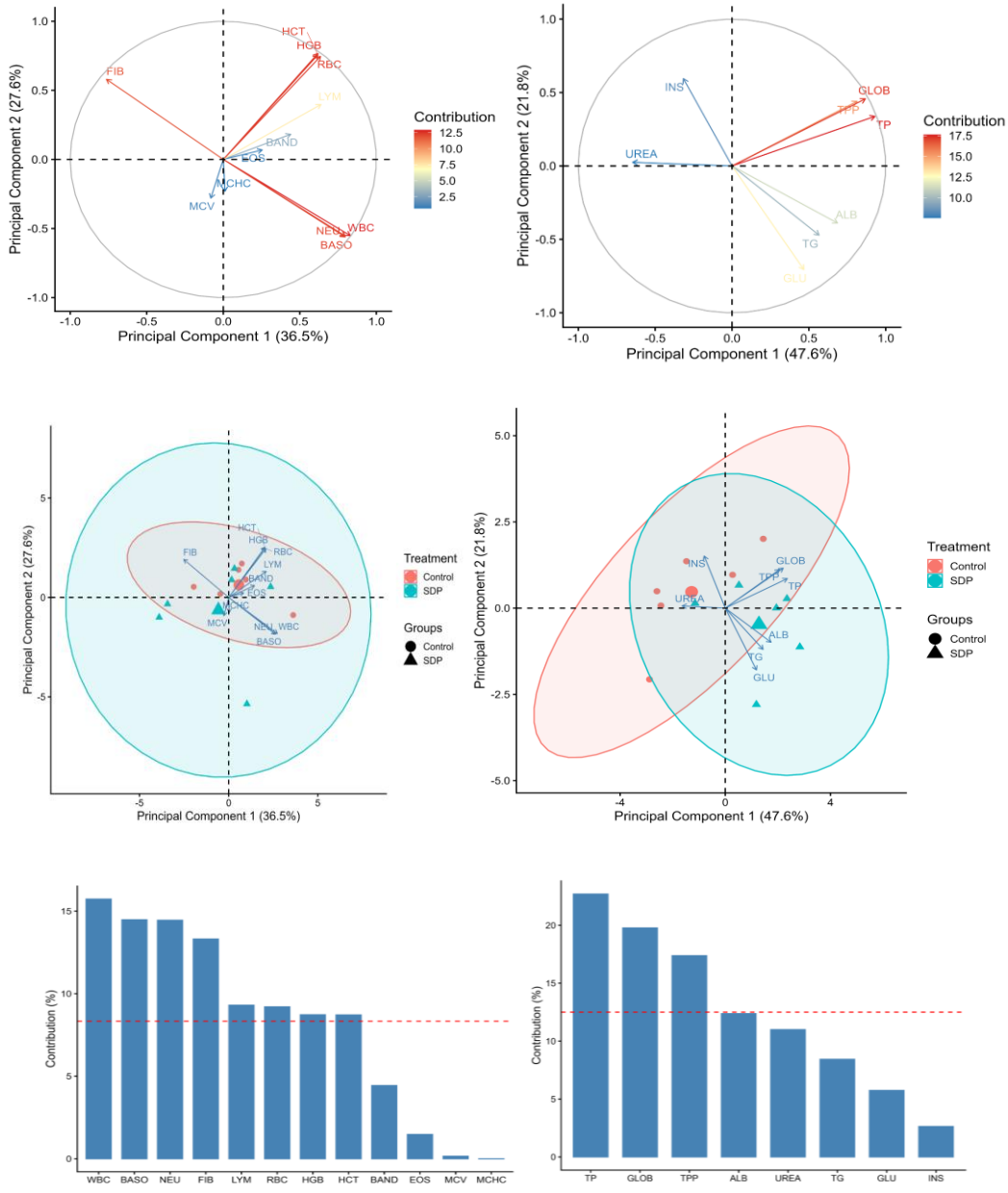


Basófilos (BASO); bastonetes (BAND); concentração de hemoglobina corpuscular média (MCHC); eosinófilos (EOS); fibrinogênio (FIB); hemácias (RBC); hematócrito (HCT), hemoglobina (HGB); leucócitos totais (WBC), volume de hemoglobina corpuscular (MCV); linfócitos (LYM); neutrófilos (NEU). Albumina (ALB); glicose (GLU), Globulinas (GLOB), insulina (INS), proteínas totais (TP); proteínas plasmáticas totais (TPP); triglicerídeos (TG); ureia (UREA).

No perfil hematológico, os dois primeiros componentes explicaram 64,1% da variabilidade dos parâmetros hematológicos (figura 3A) dos leitões 24 horas após o nascimento (PC1 = 36,5% e PC2 = 27,6%). As maiores contribuições para a formação dos componentes principais foram observadas para hemácias, hemoglobina, hematócrito, leucócitos totais, neutrófilos, basófilos e fibrinogênio. Os parâmetros da série vermelha apresentaram forte correlação positiva entre si, assim como os marcadores da série branca, evidenciando padrões fisiológicos consistentes. Em contrapartida, MCV, MCHC, eosinófilos e bastonetes apresentaram menor contribuição para a estrutura multivariada dos dados. A PCA de leitões alimentados com plasma sanguíneo desidratado após 24h de nascimento explicou 69,4% da variabilidade total dos parâmetros metabólicos por meio dos dois primeiros componentes principais (PC1 = 47,6% e PC2 = 21,8%). O biplot evidenciou ampla sobreposição entre os

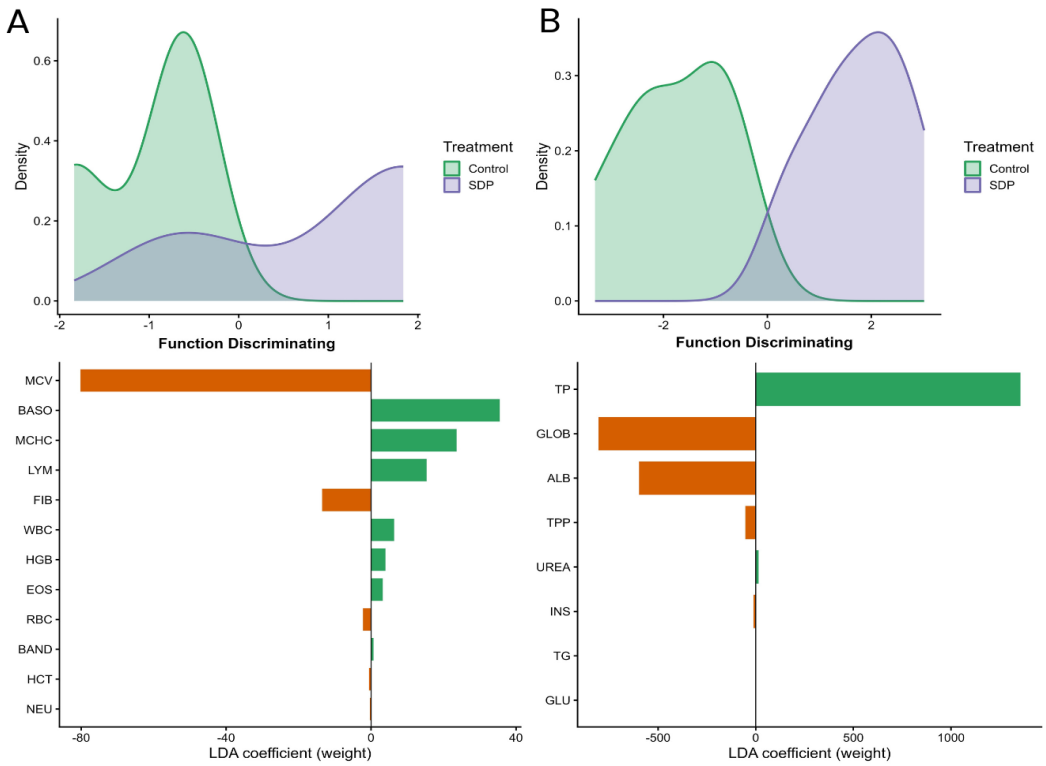
grupos Controle e PSD, indicando que a maioria dos indicadores avaliados são similares entre tratamentos com distinção para albumina, triglicerídeos e glicose.

Figura 3. Contribuição na Análise de Componentes Principais para parâmetros A) hematológico e B) metabólico de leitões alimentados com plasma sanguíneo desidratado após 24h de nascimento.



Basófilos (BASO); bastonetes (BAND); concentração de hemoglobina corpuscular média (MCHC); eosinófilos (EOS); fibrinogênio (FIB); hemácias (RBC); hematócrito (HCT), hemoglobina (HGB); leucócitos totais (WBC), volume de hemoglobina corpuscular (MCV); linfócitos (LYM); neutrófilos (NEU). Albumina (ALB); glicose (GLU), Globulinas (GLOB), insulina (INS), proteínas totais (TP); proteínas plasmáticas totais (TPP); triglicerídeos (TG); ureia (UREA).

Figura 4. A) Análise Discriminante Linear (LDA) ao perfil hematológico em leitões aos 21 dias de vida. B) Análise Discriminante Linear (LDA) relacionada ao perfil metabólico em leitões aos 18 dias de vida.



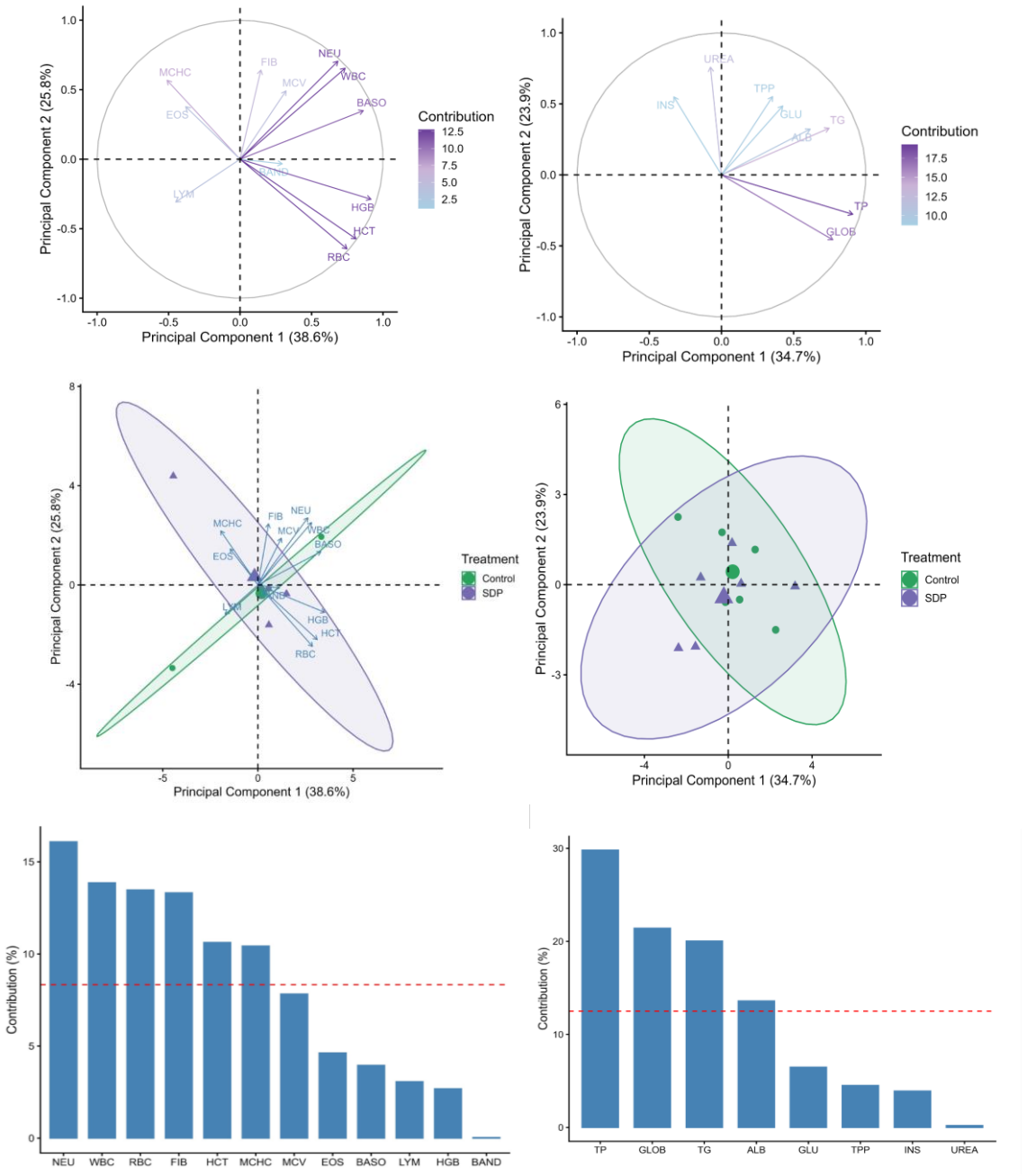
Basófilos (BASO); bastonetes (BAND); concentração de hemoglobina corpuscular média (MCHC); eosinófilos (EOS); fibrinogênio (FIB); hemácias (RBC); hematócrito (HCT), hemoglobina (HGB); leucócitos totais (WBC), volume de hemoglobina corpuscular (MCV); linfócitos (LYM); neutrófilos (NEU). Albumina (ALB); glicose (GLU), Globulinas (GLOB), insulina (INS), proteínas totais (TP); proteínas plasmáticas totais (TPP); triglicerídeos (TG); ureia (UREA).

Na figura 4 é observada a LDA relacionada ao perfil hematológico e metabólico em leitões aos 21 dias de idade. A análise indica que os perfis hematológicos (4A) entre Controle e PSD são similares sendo MCV o parâmetro discriminante entre os tratamentos. Na figura 4B observa-se separação entre os perfis metabólicos de Controle e PSD, evidenciando que o nível de proteínas totais como o principal parâmetro discriminante para PSD e globulinas e albumina para o tratamento Controle. As demais variáveis que entraram na análise tiveram pesos próximos de zero e contribuíram pouco para a separação. Em maior magnitude, observa-se que MCV e proteínas totais diferiram negativamente e positivamente para perfil hematológico e metabólico, indicando um padrão de oposição entre um tratamento e outro.

Na figura 5 estão apresentadas as PCA para perfil hematológico e metabólico de leitões aos 18 dias de idade. As variáveis que mais contribuíram para a formação dos componentes principais dos parâmetros hematológicos foram neutrófilos, leucócitos totais, hemácias, fibrinogênio, hematócrito e concentração de hemoglobina corpuscular média (PC1 = 38,6% e PC2 = 25,8%). O círculo de correlação evidenciou forte associação entre os parâmetros da série vermelha (RBC, HCT e HGB), bem como entre os marcadores da série branca (WBC, NEU e BASO), indicando padrões fisiológicos consistentes. O biplot revelou que há diferenças quanto aos perfis hematológicos destacando neutrófilos, leucócitos totais, hemácias e fibrinogênio em perfis de leitões Controle e hemoglobina, hematócrito e eosinófilos em leitões PSD.

A PCA de leitões alimentados com plasma sanguíneo desidratado aos 18 dias de idade (figura 5), demonstrou que os dois primeiros componentes explicaram 64,1% da variabilidade dos parâmetros metabólicos dos leitões aos 18 dias de idade (PC1 = 34,7% e PC2 = 29,4%). As variáveis que mais contribuíram para a formação dos componentes principais foram proteínas totais, globulinas e triglicerídeos, todas com contribuições superiores à média esperada (12,5%). Albumina apresentou contribuição intermediária, enquanto glicose, proteínas plasmáticas totais, insulina e ureia exercem menor influência sobre a estrutura multivariada dos dados. Embora tenha sido observada variabilidade individual dentro de cada tratamento, não foi identificada separação consistente entre os grupos, sugerindo que a suplementação com plasma sanguíneo desidratado não promoveu alterações expressivas no perfil bioquímico geral dos leitões aos 18 dias de idade.

Figura 5. Contribuição na Análise de Componentes Principais para parâmetros A) hematológico e B) metabólico de leitões alimentados com plasma sanguíneo desidratado após 18 dias de idade.



Basófilos (BASO); bastonetes (BAND); concentração de hemoglobina corpuscular média (MCHC); eosinófilos (EOS); fibrinogênio (FIB); hemácias (RBC); hematócrito (HCT), hemoglobina (HGB); leucócitos totais (WBC), volume de hemoglobina corpuscular (MCV); linfócitos (LYM); neutrófilos (NEU). Albumina (ALB); glicose (GLU), Globulinas (GLOB), insulina (INS), proteínas totais (TP); proteínas plasmáticas totais (TPP); triglicerídeos (TG); ureia (UREA).

A suplementação com PSD na dieta das porcas durante a lactação não alterou (P<0,05) a atividade das enzimas antioxidantes SOD, CAT, GST e malondialdeido (Tabela 5). Esses resultados sugerem que, embora a alta atividade metabólica para a lactogênese possa aumentar a carga oxidativa, a homeostase foi mantida entre as porcas. Em estudos que avaliaram a adição

de PSD em dietas de porcas lactantes apresentam resultados diferentes podendo estar ligados aos cenários de produção. A suplementação com PSD em porcas lactantes alojadas em situações de estresse não interferiu nos marcadores de estresse oxidativo, porém aumentou as citocinas séricas (Bailey *et al*., 2025). Já a atividade da glutationa peroxidase sérica aumentou linearmente com maior inclusão de PSD na dieta tanto no pré-parto quanto no pós-parto (Crenshaw *et al*., 2020), e no terço final da gestação houve a diminuição do cortisol e de citocinas inflamatórias, podendo diminuir a atividade antioxidante (Kim *et al*., 2021).

Tabela 5- Atividade de enzimas antioxidantes e concentração de malondialdeído (μM/mg proteína total) no sangue de porcas lactantes e leitões lactentes aos 28 dias alimentados com plasma sanguíneo desidratado (PSD)

μmol/mg PT	Controle	PSD	P[2]
Porcas lactantes	8	8	
Superóxido dismutase	1,41±0,11	1,49±0,11	0,615
Catalase	3,85±667	4,39±526	0,769
Glutationa-S-transferase	2,04±0,56	1,90±0,34	0,702
Malondialdeído	2,04±1,50	2,35±0,95	0,532
Leitões aos 21 d	12	12	
Superóxido dismutase	1,67±0,10[A]	1,43±0,09[B]	0,059
Catalase	5,22±617	3,92±526	0,101
Glutationa-S-transferase	5,56±0,61	2,65±0,55	0,135
Malondialdeído	3,16±0,27[a]	2,39±0,23[b]	0,050

Desvio padrão residual. P, nível de significância a 5 e 10%. [a, b, A,B] Os valores dentro de uma linha diferem pelo teste de Tukey a P<0,05 e P < 0,10, respectivamente.

Em leitões suplementados com PSD houve redução das concentrações de malondialdeido indicando menor peroxidação lipídica, resultado coerente com estudos mostrando menor MDA sérico e prevenção de espécies reativas de oxigênio (Muller *et al*, 2018). É importante considerar que os níveis séricos dos biomarcadores antioxidantes aumentam com a idade, intensidade de desafios dos leitões, mudança de ambiente e alteração imunológica (Guevara *et al*, 2024). A suplementação com PSD para leitões lactentes diminui as concentrações de óxido nítrico (NOx), considerado um marcador inflamatório o a inflamações crônicas, porém sem alterações para a FRAP (capacidade antioxidante total) (Such *et al*., 2016).

A suplementação com plasma sanguíneo desidratado promoveu alterações positivas na morfometria intestinal dos leitões, principalmente no jejuno e íleo, evidenciando melhora da arquitetura da mucosa intestinal. No duodeno, embora a altura das vilosidades não tenha diferido entre os tratamentos (1409 vs. 1418 µm; P = 0,83), os animais suplementados com plasma apresentaram maior largura das vilosidades (992,4 vs. 911,3 µm; P < 0,01), menor profundidade de cripta (396,2 vs. 500,4 µm; P < 0,01) e maior

relação altura de vilo:profundidade de cripta (5,31 vs. 4,23; P < 0,01). Esses resultados indicam uma mucosa intestinal mais preservada, uma vez que criptas menos profundas refletem menor necessidade de renovação epitelial decorrente de danos à mucosa e menor gasto energético com processos de reparação tecidual. Estudos recentes demonstram que o plasma spray-dried reduz a produção de citocinas pró-inflamatórias e preserva a integridade do epitélio intestinal, contribuindo para a manutenção da arquitetura das vilosidades e da barreira intestinal (Bailey, 2024; Balan, 2020; Pèrez, 2016; Ng'ang'a, 2025).

Tabela 6- Morfometria de vilosidades, contagem de células proliferativas e células secretoras de mucina em diferentes segmentos do intestino delgado de leitões alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo desidratado.

Tratamentos	N	A vil, µm	L vil, µm	Pcrip, µm	AV: PC	AA, µm2	CPVil, n	CPCrip, n	CCacid,n	CCalc,n
			Duodeno*							
Controle	439	1409	911,3^{b}	500,4^{a}	4,23^{b}	12.887^{B}	15,6	92,0^{A}	21,3	48,3
PSD	584	1418	992,4^{a}	396,2^{b}	5,31^{a}	13.793^{A}	13,2	67,0^{B}	7,2	36,5
dpr		512	454	267	3,9	8.219	11	33	3,5	8,5
P2		0,83	<0,01	<0,01	<0,01	0,08	0,93	0,06	0,27	0,15
			Jejuno*							
Controle	427	1270^{b}	921,2	489,8^{a}	4,18	11.902^{b}	9,4	51,4	22,3^{a}	21,8
PSD	627	1407^{a}	952,7	434,1^{b}	4,2	12.972^{a}	16,8	41,8	1,96^{b}	19,6
dpr		519	442	278	3,44	7.946	19	20	1,3	7
P		<0,01	ns	<0,01	0,92	0,03	0,25	0,25	0,01	0,26
			Ileo*							
Controle	477	1272^{b}	929,5	479,9^{a}	4,24	11.909^{b}	15,8	57,5^{a}	9,4	22,9
PSD	498	1365^{a}	962,5	417,6^{b}	4,48	13.157^{a}	6,8	36,9^{b}	16,8	17,7
dpr		510	446	274	3,49	8.257	17	22	3,13	9,3
P		<0,01	0,235	<0,01	0,28	0,01	0,45	0,05	0,8	0,33

Altura de vilosidade (A vil, µm), largura (Lvil, µm), profundidade de cripta (P crip, µm), relação altura: profundidade de vilo (AV:PC), área absortiva (AA µm2), número de células em proliferação na vilosidade (CP vil), número de células em proliferação nas criptas (CP cript); número células caliciformes muco ácido (CCacid); número células caliciformes muco alcalino (CCalc); N, número de observações. *Médias ajustadas para peso ao desmame utilizado como covariável (LSmeans). dpr, desvio padrão residual. P, nível de significância a 5 e 10%. a, b, A,B Os valores dentro de uma linha diferem pelo teste de Tukey a P<0,05 e P < 0,10, respectivamente.

No jejuno, os leitões suplementados com plasma apresentaram aumento da altura das vilosidades, passando de 1270 para 1407 µm ($P < 0,01$), associado à redução da profundidade das criptas de 489,8 para 434,1 µm ($P < 0,01$). Assim como observado em Bailey *et al*. (2025) houve aumento da altura das vilosidades e a relação entre a altura das vilosidades e a profundidade das criptas no duodeno, bem como aumentou a relação entre a altura das vilosidades e a profundidade das criptas no jejuno. Consequentemente, observou-se aumento da área absortiva de 11.902 para 12.972 µm² ($P = 0,03$). Essas alterações sugerem aumento da superfície disponível para absorção de nutrientes e maior eficiência funcional da mucosa intestinal (Tang *et al*, 2022).

No íleo, também foram observadas melhorias significativas na arquitetura intestinal. A altura das vilosidades aumentou de 1272 para 1365 µm ($P < 0,01$), enquanto a profundidade das criptas foi reduzida de 479,9 para 417,6 µm ($P < 0,01$). A área absortiva também foi superior nos animais suplementados (13.157 vs. 11.909 µm²; $P = 0,01$), reforçando a hipótese de maior capacidade absortiva. Além disso, verificou-se redução do número de células proliferativas nas criptas, de 57,5 para 36,9 células ($P = 0,05$), indicando menor necessidade de renovação celular. Esse resultado sugere que o plasma atuou preservando a integridade do epitélio intestinal, reduzindo o turnover celular normalmente observado em situações de inflamação ou lesão da mucosa, esses resultados corroboram com os descritos por Zhang *et al*. (2023). A redução do número de células caliciformes produtoras de mucinas ácidas observada no jejuno deve ser interpretada em conjunto com os demais achados neste estudo. As mucinas constituem o principal componente da camada de muco que recobre o epitélio intestinal, desempenhando papel essencial na proteção da mucosa contra agentes físicos, químicos e biológicos (Cheng *et al*., 2025). Em condições de desafio intestinal ou inflamação, é comum ocorrer aumento da produção de mucinas, especialmente das mucinas ácidas, como mecanismo adaptativo para reforçar a barreira mucosa (Okumura *et al*., 2024; Cheng *et al*., 2025). No presente estudo, entretanto, os leitões suplementados com plasma sanguíneo desidratado apresentaram maior altura de vilosidades, menor profundidade de criptas, maior área absortiva e melhor preservação da arquitetura da mucosa intestinal. Nesse contexto, a menor quantidade de células caliciformes produtoras de mucinas ácidas pode estar relacionada à menor necessidade de adaptação da barreira mucosa frente a um ambiente intestinal mais preservado, não indicando, necessariamente, comprometimento da capacidade de proteção epitelial, visto que, células caliciformes e mucinas são reguladas pelo ambiente luminal e imune, e sua produção se altera diante de infecção, inflamação e estresse (Yang *et al*., 2022; Grondin *et al*., 2020).

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que o plasma sanguíneo desidratado promoveu melhorias consistentes na arquitetura intestinal dos leitões, caracterizadas pelo aumento da altura das vilosidades no jejuno (1407 vs. 1270 µm) e no íleo (1365 vs. 1272 µm), redução da profundidade das criptas nos três segmentos avaliados, aumento da relação altura de vilo:profundidade de cripta no duodeno (5,31 vs. 4,23) e incremento da área absortiva no jejuno (12.972 vs. 11.902 µm²) e no íleo (13.157 vs. 11.909 µm²). Em conjunto, essas alterações sugerem que o plasma favoreceu a manutenção da integridade da mucosa intestinal, reduziu a necessidade de renovação epitelial e aumentou o potencial absortivo do intestino delgado, mecanismos que provavelmente contribuíram para a melhor utilização dos nutrientes e para a manutenção da saúde intestinal dos leitões. Esses achados são consistentes com estudos recentes que demonstram que o plasma sanguíneo desidratado atua como ingrediente funcional, modulando a resposta imune, reduzindo a inflamação e preservando a estrutura e a funcionalidade do epitélio intestinal (Ng'ang'a *et al.*, 2025; Kazimierska *et al.*, 2023; Campbell *et al.*, 2010).

Figura 6. Borda apical de vilosidades de leitões com peso inferior a 3 quilogramas alimentados com dietas pré iniciais contendo plasma desidratado. A. Formato em cerebroide (aumento em 700 x). B. Borda apical com células em protusão e sulcos proeminentes do jejuno (aumento em 700 x). C. Integridade da borda apical e achatamento das vilosidades do duodeno (aumento em 700 x). D. Enterócitos em protusão (canto superior) e pequenos orifícios indicando a perda celular (aumento em 2.470 x).

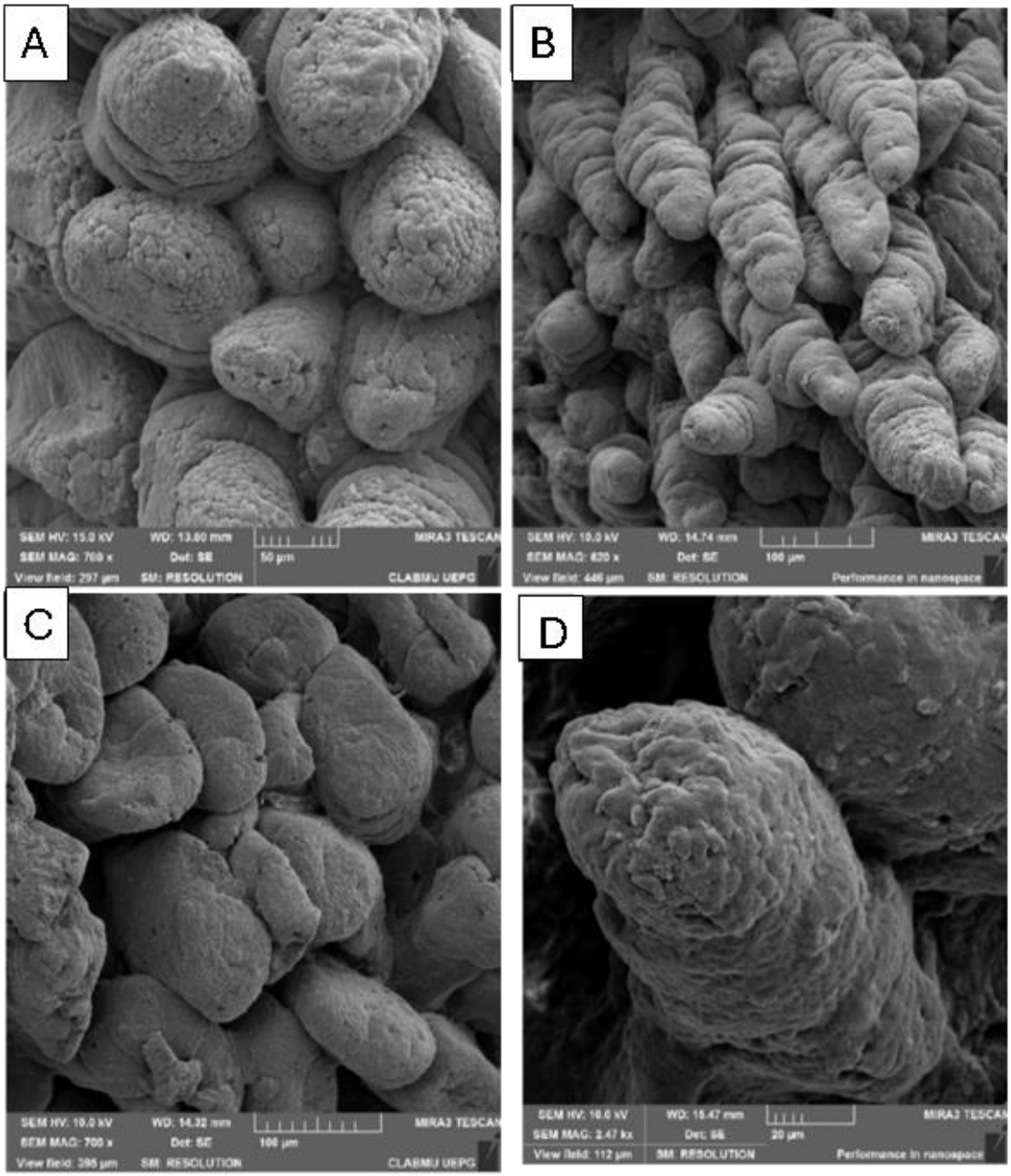
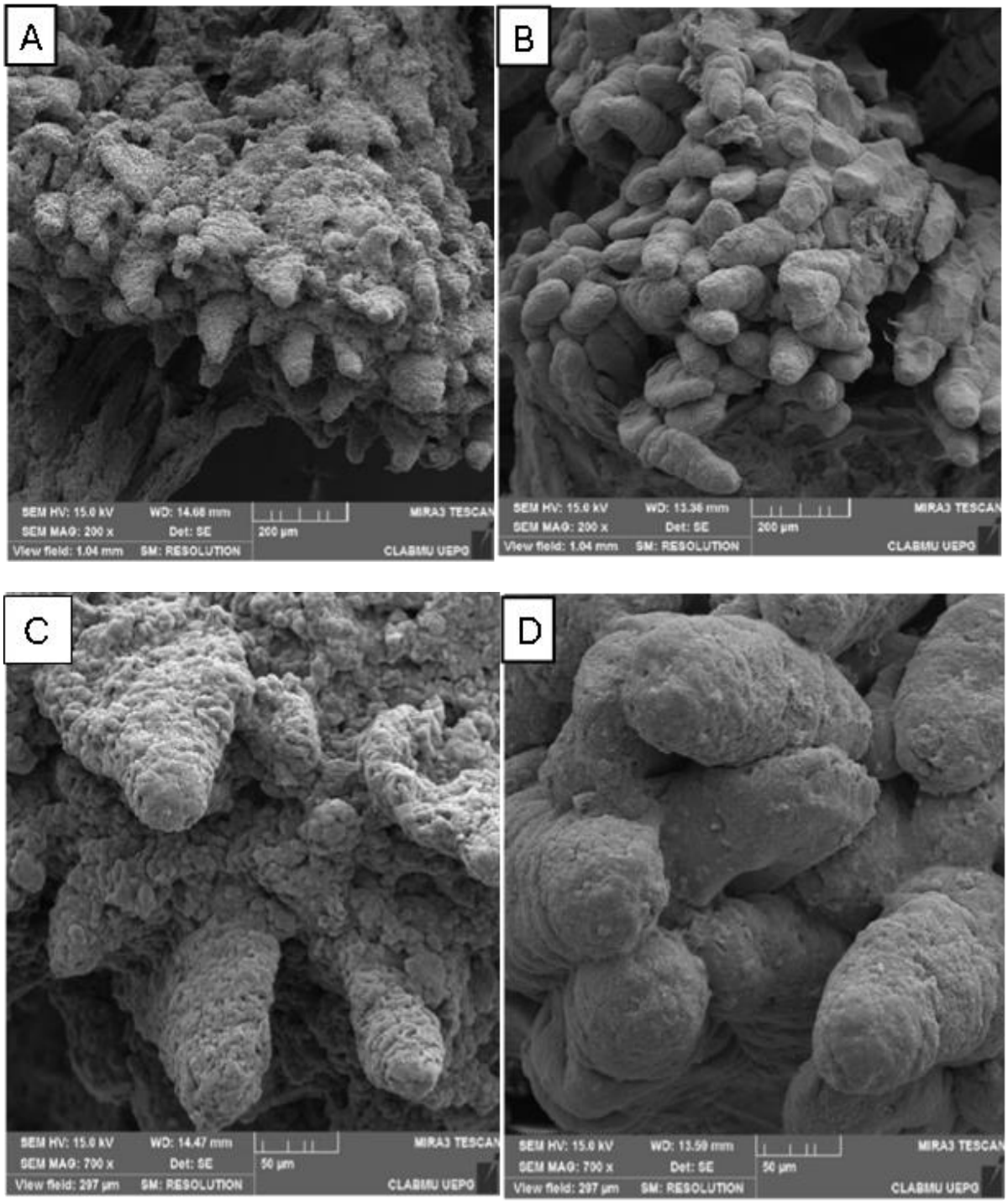


Figura 7. A. Superfície do epitélio intestinal do íleo de leitões com peso superior a 6 quilogramas aos 28 dias alimentados com dietas pré iniciais contendo plasma desidratado (aumento em 200 x e 700 x). Dieta controle (A e C) e dieta contendo plasma desidratado (B e D).



A análise por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) revelou divergências morfológicas do duodeno entre os tratamentos avaliados. A figura 6, correspondente aos leitões que receberam plasma sanguíneo desidratado (PSD) na dieta, observou-se uma mucosa intestinal caracterizada por vilosidades íntegras, volumosas e com formato predominantemente digitiforme. As vilosidades deste grupo apresentaram-se

altamente densas, compactas e distribuídas de maneira uniforme, cobrindo homogeneamente a superfície epitelial.

Em contrapartida, as micrografias da figura 7 representativa dos leitões do grupo controle, evidenciaram um comprometimento visível da arquitetura tecidual. Há uma redução severa na densidade das vilosidades, acompanhada pelo aumento do espaçamento interveloso e consequente exposição da base da mucosa. Além disso, as estruturas remanescentes exibiram sinais claros de atrofia, caracterizados por vilosidades mais delgadas, desgastadas e com achatamento apical difuso.

3.4 CONCLUSÕES

A suplementação com plasma sanguíneo desidratado na alimentação de porcas lactantes e de suas leitegadas não promoveu alterações significativas no desempenho produtivo das matrizes e dos leitões durante a fase de lactação. Nos leitões, a suplementação com PSD reduziu as concentrações séricas de malondialdeído, promoveu melhorias na morfometria intestinal, caracterizadas pelo aumento da altura das vilosidades e da área absortiva, redução da profundidade das criptas e melhor relação altura de vilosidade de cripta, evidenciando maior preservação da arquitetura da mucosa intestinal. As análises por microscopia eletrônica de varredura confirmam esses achados ao demonstrar vilosidades mais uniformes e melhor organização da superfície epitelial nos animais suplementados. Em conjunto, os resultados demonstram que a suplementação com plasma sanguíneo desidratado favorece a manutenção da integridade estrutural da mucosa intestinal e reduz indicadores de dano oxidativo em leitões durante a lactação, reforçando seu potencial como estratégia nutricional para promover a saúde intestinal nessa fase de desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

AEBI, H. Catalase in vitro. **Methods in Enzymology**, v. 105, p. 121–126, 1984.

AMPODE, K. M. *et al*. Bump feeding improves sow reproductive performance, milk yield, piglet birth weight, and farrowing behavior. **Animals**, v. 13, n. 19, art. 3148, 2023.

BAILEY, H. M.; STEIN, H. H.; CAMPBELL, J. M. Optimum concentration of spray dried plasma for maximized growth performance, improved intestinal health, and reduced inflammation in weaned pigs housed in a challenged environment. **Journal of Animal Science**, v. 100, supl. 2, p. 65–66, 2022.

BAILEY, H. M. *et al*. Effects of spray dried plasma on litter growth performance and oxidative stress and inflammation of sows kept in a hot environment. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 16, art. 13, 2025.

BAILEY, H. M.; FANELLI, N. S.; CAMPBELL, J. M.; STEIN, H. H. Spray-dried plasma titration effects on growth performance, intestinal morphology, and immune system indicators of weaned pigs housed in a sanitation-challenged environment. **Animal Feed Science and Technology**, v. 329, art. 116484, 2025.

BEZERRA, B. M. O.; EVANGELISTA, J. N. B.; NUNES-PINHEIRO, D. C. S. Impactos do estresse oxidativo na produção intensiva de suínos: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 9, n. 4, p. 699–715, 2015.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248–254, 1976.

BUEGE, J. A.; AUST, S. D. Microsomal lipid peroxidation. In: FLEISCHER, S.; PACKER, L. (ed.). **Methods in Enzymology**. v. 52. New York: Academic Press, 1978. p. 302–310.

CHENG, H. *et al*. The role of glycosylated mucins in maintaining intestinal homeostasis and gut health. **Animal Nutrition**, v. 21, p. 439–446, 2025.

DIETERICH, S.; BIELIGK, U.; BEULICH, K.; HASENFUSS, G.; PRESTLE, J. Gene expression of antioxidative enzymes in the human heart: increased expression of catalase in the end-stage failing heart. **Circulation**, v. 101, n. 1, p. 33–39, 2000.

GRONDIN, J.; KWON, Y. H.; FAR, P. M.; HAQ, S.; KHAN, W. I. Mucins in intestinal mucosal defense and inflammation: learning from clinical and experimental studies. **Frontiers in Immunology**, v. 11, art. 2054, 2020.

GUEVARA, R. *et al*. Physiology, gene expression, and behavior as potential indicators of oxidative stress in piglets. **BMC Veterinary Research**, v. 20, 2024.

HABIG, W. H.; PABST, M. J.; JAKOBY, W. B. Glutathione S-transferases: the first enzymatic step in mercapturic acid formation. **Journal of Biological Chemistry**, v. 249, p. 7130–7139, 1974.

KAZIMIERSKA, K.; BIEL, W. Comparative analysis of spray-dried porcine plasma and hydrolyzed porcine protein as animal-blood-derived protein ingredients for pet nutrition. **Molecules**, v. 28, n. 23, art. 7917, 2023.

KIM, K. *et al*. Dietary spray-dried plasma supplementation in late-gestation and lactation enhanced productive performance and immune responses of lactating sows and their litters. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 63, n. 5, p. 1076–1085, 2021.

LIMA, M. D.; LOPES, I. M. G.; SILVA, K. F. Uso de aditivos em dietas para leitões em fase de creche: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, e26491211081, 2020.

LYDERIK, K. K.; ØSTRUP, E.; BRUUN, T. S.; AMDI, C.; STRATHE, A. V. Fetal and placental development in early gestation of hyper-prolific sows. **Theriogenology**, v. 197, p. 259–266, 2023.

MEIRA, J. D. *et al*. Fatores dietéticos e estresse oxidativo: efeitos sobre a saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 32, e180063, 2019.

MÜLLER, L. K. *et al*. Spray-dried porcine plasma added to diets contaminated with aflatoxins and fumonisins shows beneficial effects to piglet health. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 3, p. 3115–3128, 2018.

MÜLLER, L. K. *et al*. Effect of spray-dried porcine plasma and plasma hydrolysate on the health and performance of mycotoxin-challenged piglets at weaning. **Tropical Animal Health and Production**, v. 58, 2026.

NG'ANG'A, Z. W. *et al*. Spray-dried porcine plasma improves piglets' performance and modulates gut immune-related genes in the first week post-weaning. **Animal Bioscience**, v. 38, p. 2475–2486, 2025.

OKUMURA, R.; TAKEDA, K. The role of the mucosal barrier system in maintaining gut symbiosis to prevent intestinal inflammation. **Seminars in Immunopathology**, v. 47, 2025.

PÉREZ-BOSQUE, A.; POLO, J.; TORRALLARDONA, D. Spray dried plasma as an alternative to antibiotics in piglet feeds, mode of action and biosafety. **Porcine Health Management**, v. 2, art. 16, 2016.

PETTIGREW, J. E. Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, part 1. **Animal Biotechnology**, v. 17, n. 2, p. 207–215, 2006.

PORCINEWS. **Reduzindo o estresse oxidativo e melhorando o desempenho de porcas em reprodução desafiadas por micotoxinas**. 2023.

TANG, X.; XIONG, K.; FANG, R.; LI, M. Weaning stress and intestinal health of piglets: a review. **Frontiers in Immunology**, v. 13, art. 1042778, 2022.

YANG, D. *et al*. Nociceptor neurons direct goblet cells via a CGRP-RAMP1 axis to drive mucus production and gut barrier protection. **Cell**, v. 185, p. 4190–4205.e25, 2022.

ZHANG, Y. *et al*. Partial substitution of whey protein concentrate with spray-dried porcine plasma or soy protein isolate in milk replacer differentially modulates ileal morphology, nutrient digestion, immunity and intestinal microbiota of neonatal piglets. **Animals**, v. 13, n. 21, art. 3308, 2023.

ANEXO A- COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA E ANALISADA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA PORCAS EM LACTAÇÃO.

Tabela A1. Composição nutricional calculada e analisada das dietas experimentais para porcas em lactação

Ingrediente	Controle, %	Tratamento, %
Milho grão, PB %	58,15	58,15
Farelo de soja, % PB	28	28
Farelo de trigo 14,5%	35	35
Óleo vegetal	30	30
Açúcar	25	25
Foscálcio 19	12	12
Calcário calcítico 36%	10	10
Premix reprodutivo lactação	5	5
L- Lisina 77/60 sulfato	5	5
Sal comum	3	3
Bicarbonato sódio	3	3
ADS Mycofix 5.0	2,5	2,5
L-Treonina 80%	2	2
L- Valina	2	2
Sulfato de magnésio	2	2
DL- Metionina pó	1	1
Availa sow 5	0,8	0,8
Antioxidante Paradigmox	0,15	0,15
Plasma sanguíneo suíno desidratado APC on top		35g/ dia
Níveis nutricionais calculados		
ME (Kcal/kg)	3.555,64	3.555,64
Proteína Bruta, %	18,65	18,65
Extrato Etéreo, %	5,45	5,45
Fibra Bruta, %	2,65	2,65
Matéria Mineral, %	3,71	3,71
Extrato Não Nitrogenado, %	53,61	53,61
Lactose, %	0	0
Cálcio, %	0,72	0,72
Fósforo total, %	0,534	0,534
Fósforo disponível, %	0,097	0,097
Sódio, %	0,227	0,227
Cloro, %	0,212	0,212
Balanço eletrolítico, mEq/kg	227,189	227,189
Lisina Total, %	1,265	1,265
Lisina digestível, %	1,161	1,161
Metionina total, %	0,365	0,365

Metionina digestível, %	0,338	0,338
Met + Cist Total, %	0,658	0,658
Met + Cist Digestível, %	0,681	0,681
Triptofano Total, %	0,221	0,221
Triptofano Digestível Suínos, %	0,218	0,218
Treonina Total, %	0,856	0,856
Treonina Digestível Suínos, %	0,816	0,816
Arginina Total, %	1,185	1,185
Arginina Digestível Suínos, %	1,116	1,116
Leucina Total, %	1,534	1,534
Leucina Dig. Suínos, %	1,365	1,365
Isoleucina Total, %	0,763	0,763
Isoleucina Dig. Suínos, %	0,681	0,681
Histidina Total, %	0,479	0,479
Histidina Dig. Suínos, %	0,428	0,428
Valina Total, %	1,048	1,048
Buffer-5, pH 5	28,308	28,308
Vitamina A, UI	11.111,11	11.111,11
Vitamina D3, UI	2.222,39	2.222,39
Vitamina E, UI	100	100
Vitamina K, mg	3,333	3,333
Vitamina B1, mg	3,889	3,889
Vitamina B2, mg	8,333	8,333
Vitamina B6, mg	5,555	5,555
Vitamina B12, mcg	38,889	38,889
Ácido Nicotínico, mg	0	0
Ácido Pantotênico, mg	25	25
Ácido Fólico, mg	3,889	3,889
Biotina, mg	0,472	0,472
Vitamina C, mg/kg	0	0
Colina, mg	1.862,13	1.862,13
Ferro, mg	111	111
Cobre, mg	32,302	32,302
Manganês, mg	87	87
Zinco, mg	161	161
Iodo, mg	1,669	1,669
Selênio, mg	0,596	0,596
Cobalto, mg	0	0
Cromo, mg	0,4	0,4

ANEXO B- COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL CALCULADA E ANALISADA DAS DIETAS EXPERIMENTAIS PARA LEITÕES LACTENTES.

Tabela A2. Composição nutricional calculada e analisada das dietas experimentais para leitões lactentes.

Níveis nutricionais	Controle	Tratamento
ME (Kcal/kg)	3.739,92	3.739,92
Proteína Bruta, %	16,38	22
Extrato Etéreo, %	5,28	5,28
Fibra Bruta, %	2,04	2,04
Cálcio, %	0,685	0,685
Fósforo total, %	0,62	0,62
Fósforo disponível, %	0,48	0,48
Sódio, %	0,457	0,457
Cobre, mg	110,293	110,293
Zinco, mg	2.709,13	2.709,13
Lisina total, %	1,378	1,378
Lisina digestível, %	1,299	1,299
Metionina total, %	0,526	0,526
Metionina digestível, %	0,502	0,502
MetCis total, %	0,826	0,826
MetCis digestível, %	0,777	0,777
Treonina total, %	0,983	0,983
Treonina digestível, %	0,899	0,899
Triptofano total, %	0,285	0,285
Triptofano digestível, %	0,268	0,268
Isoleucina digestível, %	0,503	0,503
Valina digestível, %	0,904	0,904
Lactose, %	15,4	15,4
Metionina digestível/ Lisina digestível	0,387	0,387
MetCis digestível/ Lisina digestível	0,598	0,598
Treonina digestível/ Lisina digestível	0,692	0,692
Triptofano digestível/ Lisina digestível	0,207	0,207
Valina digestível/ Lisina digestível	0,696	0,696
FTU c/ matriz_ FTU/g	0,825	0,825
FTU Super Dosing_FTU/g	1,375	1,375
PSD APC on top, g/kg	0	222

ANEXO C- PESO DOS ÓRGÃOS DE LEITÕES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PLASMA SANGUÍNEO SUÍNO SECO POR PULVERIZAÇÃO (PSD).

Tabela A3. Pesos dos órgãos de leitões alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo suíno seco por pulverização (PSD).

	Controle	PSD	CV (%)[1]	dpr[2]	PSD[3]
n leitões	8	8			
Peso absoluto, g					
Fígado	0,132	0,125	42,32	0,058	0,830
Rins	0,036	0,027	40,68	0,013	0,195
Baço	0,012	0,010	47,51	0,005	0,487
Coração	0,038	0,027	44,79	0,014	0,174
Pulmão	0,071	0,065	35,07	0,025	0,651
Estômago	0,054	0,056	30,81	0,018	0,788
Pâncreas	0,008	0,007	54,52	0,004	0,686
Peso relativo, %					
Fígado	2,296	2,939	30,96	0,764	0,115
Rins	0,667	0,626	14,89	0,097	0,416
Baço	0,238	0,224	19,46	0,045	0,553
Coração	0,695	0,584	22,14	0,134	0,122
Pulmão	1,323	1,715	60,37	0,926	0,412
Estômago	1,070	1,690	73,28	0,993	0,233
Pâncreas	0,176	0,187	59,50	0,111	0,838

1 Coeficiente de variação, % 2 Desvio padrão residual 3 Efeito do plasma sanguíneo seco por pulverização (PSD).

ANEXO D- RESULTADOS BIOQUÍMICOS DE PORCAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM DIETAS CONTENDO PLASMA SANGUÍNEO SECO POR PULVERIZAÇÃO (PSD).

Tabela A4. Resultados bioquímicos de porcas em lactação alimentadas com dietas contendo plasma sanguíneo seco por pulverização (PSD), 1 dias após o parto e ao desmame.

	Controle	PSD	dp[1]	PSD[2]
n porcas	8	8		
Glicose ^{inicial}, mgdL	74,50± 8,35	77,50± 4,50	11,23	0,225
Glicose ^{final}, mgdL	73,75± 6,45	85,50±1,50	13,41	0,763
Triglicerídeos ^{inicial}, mg/dL	58,5± 16,8	35,0±10,8	22,20	0,419
Triglicerídeos ^{final}, mg/dL	29,0± 9,55	32,75± 9,04	28,21	0,283
PT ^{inicial}, g/dL	8,93± 0,57	8,87±0,22	0,67	0,355
PT ^{final}, g/dL	9,20± 0,36	8,62± 0,30	1,05	0,509
Albumina ^{inicial}, g/dL	4,25± 0,28	3,80± 0,04	0,29	0,030
Albumina ^{final}, g/dL	3,47± 0,04	3,20± 0,07	0,40	0,168
Globulinas ^{inicial}, g/dL	4,60± 0,40	5,07± 0,23	0,61	0,864
Globulinas ^{final}, g/dL	5,72± 0,40	5,42± 0,27	0,87	0,167
Uréia ^{inicial}, mg/dL	43,0± 2,65	41,75± 4,01	5,66	0,944
Uréia ^{final}, mg/dL	43,75± 3,42	44,25± 3,04	6,79	0,803
Insulina ^{inicial}, mcUI/mL	2,77± 0,34	2,02± 0,37	0,55	0,204
Insulina ^{final}, mcUI/mL	1,12± 0,02	1,12± 0,07	0,71	0,190

Valores referência: Glicose 66,0 a 116,0 mg/dL, Triglicérides, Proteínas Totais: 7,9 - 8,9 g/dL, Albumina: 1,9 - 3,3 g/dL, Globulinas: 5,3 - 6,4 g/dL, Uréia 17,0 - 52,0 mg/dL, Insulina. [1] Desvio padrão residual.[2] Efeito do plasma sanguíneo seco por pulverização (PSD).^{A,B} Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em $P < 0,10$ de acordo com o teste de Tukey.

ANEXO E- RESULTADOS BIOQUÍMICOS DE LEITÕES LACTENTES ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO PLASMA SANGUÍNEO SUÍNO SECO POR PULVERIZAÇÃO, 1 DIAS APÓS O NASCIMENTO E AO DESMAME.

Tabela A5. Resultados bioquímicos de leitões lactentes alimentados com dietas contendo plasma sanguíneo suíno seco por pulverização, 1 dia após o nascimento e ao desmame.

	Leitões		dpr[1]	PSD[2]
	Controle	PSD		
n leitões	12	12		
Hemácias^{inicial}	5,06±0,42	3,80±0,72	1,45	0,164
Hemácias^{final}	5,50±0,60	5,02±0,97	1,74	0,769
Hemoglobina^{inicial}, gdL	9,93±0,86	7,48±1,27	2,65	0,141
Hemoglobina^{final}, gdL	8,30±1,50	8,75±0,95	1,96	0,804
Hematócrito^{inicial}, %	35,37±3,20	25,72±4,69	9,83	0,12
Hematócrito^{final}, %	30,0±5,20	29,20±5,69	10,51	0,934
VGM^{inicial}, FI	69,28±0,98	64,77±2,96	5,39	0,178
VGM^{final}, FI	54,10±3,70	58,05±1,91	4,22	0,341
CHGM^{inicial}, %	27,93±0,15	30,16±0,61	1,09	0,005
CHGM^{finall}, %	27,60±0,20	35,30±4,77	8,26	0,343
Fibrinogênio^{inicial}, mg/dl	500,0±42,8	525,0±58,8	125,99	0,738
Fibrinogênio^{final}, mg/dl	575±125	525,0±77,7	161,05	0,738
Leucócitos^{inicial}, mm³	7,82±1,72	8,17±2,51	5,27	0,911
Leucócitos^{final}, mm³	22,05±9,85	22,95±1,47	7,41	0,895
Segmentados^{inicial}, mm³	4268±1043	4380±1428	3062,2	0,951
Segmentados^{final}, mm³	12010±7130	11719±1122	5403,4	0,953
Bastonetes^{inicial}, mm³	53,8±34,3	52,5±20,1	68,77	0,974
Bastonetes^{final}, mm³	798±797	478±257	718,07	0,635
Eosinófilos^{inicial}, mm³	514±126	535±135	320,46	0,913
Eosinófilos^{final}, mm³	0	511±113	195,94	0,039
Basófilos^{inicial}, mm³	0	0		
Basófilos^{final}, mm³	0	0		
Linfócitos^{inicial}, mm³	2981±791	3199±1036	2258,6	0,871
Linfócitos^{final}, mm³	9243±1922	10242±530	1640,1	0,52
Monócitos^{inicial}, mm³	0	0		
Monócitos^{final}, mm³	0	0		
Plaquetas^{inicial}, (x 10³)	271,5±65,0	222,3±65,2	159,56	0,605

Plaquetas^{final}, (x 10^3)	779±135	900,8±20,3	101,73	0,239
Proteína plasmática^{inicial}, g/dL	5,00±0,57	5,66±0,49	1,31	0,401
Proteína plasmática^{final}, g/dL	6,00±0	5,25±0,25	0,433	0,116
Glicose^{inicial}, mgdL	70,00±4,83	113,5±12,1	22,57	0,008
Glicose^{final}, mgdL	137,5±10,8	120,2±12,0	27,93	0,308
Triglicerídeos^{inicial}, mg/dL	41,00±5,90	69,7±10,3	20,49	0,036
Triglicerídeos^{final}, mg/dL	16,00±0,85	15,17±2,09	3,9	0,72
PT^{inicial}, g/dL	5,93±0,63	7,25±0,47	1,37	0,128
PT^{final}, g/dL	7,01±0,32	7,13±0,36	0,84	0,815
Albumina^{inicial}, g/dL	1,25±0,07	1,50±0,15	0,29	0,178
Albumina^{final}, g/dL	2,85±0,09	2,83±0,13	0,28	0,92
Globulinas^{inicial}, g/dL	4,68±0,62	5,75±0,38	1,26	0,175
Globulinas^{final}, g/dL	4,16±0,26	4,30±0,34	0,75	0,766
Uréia^{inicial}, mg/dL	35,83±4,36	24,00±1,98	8,29	0,033
Uréia^{final} mg/dL	20,83±1,66	20,16±0,91	3,28	0,732
Insulina^{inicial}, mcUI/mL	1,85±0,16	1,75±0,36	0,69	0,807
Insulina^{final}, mcUI/mL	1,28±0,24	1,25±0,09	0,45	0,901

Valores referência: Hemácias (x 10) 5.0 - 8,0, Hemoglobina 10,0 - 16 g/dL, Hematócrito 32 - 50 %, VGM 50 - 68 %, CHGM 30 - 34 %, Fibrinogênio 100 - 500 mg/dL, Leucócitos 11.000 - 22.000 /mm³, Segmentados 3.200 - 10.000 /mm³, Bastonete 0 - 800 /mm, Eosinófilos 50 - 2.000 /mm³, Basófilo 0 - 400 /mm³, Linfócitos 4.500 - 13.000 /mm³, Monócitos 250 - 2.000 /mm³, Plaquetas 100 - 900, Proteína Plasmática 6,0 - 8,0 g/dL, Glicose 66,0 a 116,0 mg/dL, Triglicérideos, Proteínas Totais: 7,9 - 8,9 g/dL, Albumina: 1,9 - 3,3 g/dL, Globulinas: 5,3 - 6,4 g/dL, Uréia 17,0 - 52,0 mg/dL, Insulina. [1] Desvio padrão residual.[2] Efeito do plasma sanguíneo seco por pulverização (PSD). [A,B] Os valores dentro de uma linha com sobrescritos diferentes diferem significativamente em P < 0,10 de acordo com o teste de Tukey.