



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO - UFERSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL

JOSÉ DE ARIMATÉIA DE FREITAS PINTO

**Análise de componentes principais dos parâmetros bioquímicos de fêmeas suínas em
relação à composição bromatológica do colostro sobre o desempenho de leitões nas
primeiras 24 horas de vida**

MOSSORÓ

2024

JOSÉ DE ARIMATEIA DE FREITAS PINTO

Análise de componentes principais dos parâmetros bioquímicos de fêmeas suínas em relação à composição bromatológica do colostro sobre o desempenho de leitões nas primeiras 24 horas de vida

Dissertação apresentada ao Mestrado em Produção Animal do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

PP659a Pinto, José de Arimatéia de Freitas.
Análise de componentes principais dos
parâmetros bioquímicos de fêmeas suínas em relação à
composição bromatológica do colostro sobre o desempenho de
leitões nas primeiras 24 horas de
vida / José de Arimatéia de Freitas Pinto. - 2024.
30 f. : il.

Orientador: Rennan Herculano Rufino Moreira. Dissertação
(Mestrado) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Produção Animal, 2024.

1. Lactação. 2. Colostro. 3. Correlação. I. Moreira,
Rennan Herculano Rufino, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOSÉ DE ARIMATEIA DE FREITAS PINTO

**Análise de componentes principais dos parâmetros bioquímicos de fêmeas suínas em
relação à composição bromatológica do colostro sobre o desempenho de leitões nas
primeiras 24 horas de vida**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Produção Animal do Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Defendida em: 26 / 01 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa (IFGO)
Membro Examinador

Prof. Dr. Rodrigo Fortunato de Oliveira (IFGO)
Membro Examinador

Prof. Dr. Jorge Yair Pérez Palencia (SDSU-EUA)
(South Dakota State University)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela misericórdia e amor infinito, por sempre me proporcionar força para enfrentar os obstáculos da vida e por guiar todos os meus passos.

Aos meu país, Clóvis Gomes Pinto e Maria da Saúde de Freitas Pinto Gomes, pelo amor, paciência, ensinamentos e incentivo. Por serem aqueles a quem sempre poderei contar e recorrer.

À minha irmã, Scarlet Yulle de Freitas Pinto, por sempre presente e incentivar nas minhas escolhas. Serei sempre grato por tudo.

Aos meus familiares, em especial amada avó, Teresinha Alves Pinto (*in memoriam*) por todo o esforço investido na minha educação e a minha tia Luzia Gomes Pinto, por sempre estarem me apoiando por todos os conselhos e ensinamentos. Serei eternamente grato.

Ao Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira, pela orientação, tanto na vida acadêmica como pessoal. Obrigado pelos conselhos, apoio, paciência e dedicação ao ensino. Por ser exemplo de profissional e pessoa.

Ao Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa, pela ajuda e por se mostrar sempre solícito ao ensino e apoio. Obrigado pela oportunidade.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Fortunato de Oliveira, pela disponibilidade, ensinamentos e orientações que foram essenciais para o êxito deste trabalho. Imensa gratidão.

Ao Prof. Dr. Jorge Yair Pérez Palencia, por ter disponibilidade em compor a banca examinadora e contribuição ao ensino brasileiro.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido por ter proporcionado tantos bons momentos, assim como as dificuldades, responsáveis por formar o profissional e pessoa que sou hoje.

Ao GEPAS, Grupo de Extensão e Pesquisa em Aves e Suínos, por todas as ações, encontros desenvolvidos e aos amigos feitos.

À Granja Regina por ceder os animais e estrutura necessária à condução dos experimentos, pelo apoio a pesquisa, por se mostrar disponível aos novos projetos.

A Pedro Henrique da Silva Fidelis, amigo e irmão que a universidade me deu. Obrigado, pelos momentos compartilhados juntos e pela sua competência. Imensa gratidão.

A todos que não foram citados, mas que de alguma forma contribuíram com minha passagem pela universidade. Meu muito obrigado!

“Pensar é o trabalho mais difícil que existe. Talvez por isso tão poucos se dediquem a ele... Obstáculos são aquelas coisas assustadoras que você vê quando desvia seus olhos de sua meta”- Henry Ford.

“Faça o seu melhor, na condição que você tem, enquanto você não tem condições melhores para fazer melhor ainda!” - Mário Sérgio Cortella

RESUMO

Objetivou-se avaliar a importância, variabilidade e inter-relação de variáveis bioquímicas do sangue e bromatológicas do colostro de matrizes suínas, sobre o desempenho de leitões nas primeiras 24 horas de vida. O experimento foi conduzido com 15 matrizes suínas lactantes, selecionadas mantendo-se a mesma quantidade por ordem de parto ($n=5$), com peso médio aproximado (274,68 kg), ordens de parto (3 a 5) da mesma genética (Topigs Norsvin – TN70). Foram mensuradas a duração do parto, produção de colostro, peso pré-parto, tamanho da leitegada, peso pós-parto, assim como o consumo de ração. Amostras de 5 mL de sangue das matrizes foram colhidas logo após o nascimento do primeiro leitão e às 24 horas após, para análise das concentrações de gama glutamil transferase, glicose, colesterol total, triglicerídeos, creatina quinase, proteína total, albumina, globulina e a razão albumina/globulina. Nos mesmos períodos, foram colhidos 80 mL de colostro e leite, para análise das concentrações de proteína bruta, teor de gorduras, lactose, sólidos não gordurosos, sólidos totais e atividade da gama glutamil transferase. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os pacotes “corrplot”, “lavaan” e “semPlot” do programa computacional R Development. Os dados foram padronizados ($(X_i - \bar{X})/s$) e foi realizada a análise de correlação de Pearson, assim como de componentes principais para compreender o relacionamento das variáveis. Foram consideradas correlações baixas se $|r| \leq 0,30$, moderadas quando $|0,30 < r \leq 0,70|$ ou altas para $|r| > 0,70|$, somente as altas correlações foram consideradas. O primeiro e o segundo componente apresentaram autovalor maior que 1 e que os dois conjuntamente explicaram 71,91% da variação total dos dados. Da variação total dos dados, o primeiro componente explicou 45,95% e o segundo 25,96%. Verificou-se a formação de quatro grupo de variáveis de altas correlações: 1) correlacionadas negativamente com o primeiro componente duração de parto, tamanho da leitegada, gordura às 24 horas, lactose às 24 horas, sólidos não-gordurosos às 24 horas, sólidos totais às 24 horas, gama glutamil transferase láctea às 0 hora, colesterol total às 0 hora, creatina quinase às 0 hora, creatina quinase às 24 horas, proteína total às 0 hora e globulina às 0 hora; 2) correlacionadas positivamente com o primeiro componente, Gordura às 0 hora, colesterol total às 24 horas, triglicerídeos às 24 horas, gama glutamil transferase sérica às 0 hora, gama glutamil transferase sérica às 24 horas, albumina às 24 horas, razão entre albumina e globulina às 0 hora e razão entre albumina e globulina às 24 horas; 3) correlacionadas negativamente com o segundo componente Ordem de parto, produção de colostro às 24 horas, proteína bruta às 0 hora, proteína bruta às 24 horas, lactose às 0 hora, sólidos não-gordurosos às 0 hora, sólidos totais às 0 hora e gama glutamil transferase láctea às 24 horas; 4) correlacionada positivamente com o segundo componente a globulina às 24 horas. Conclui-se que os parâmetros fisiológicos e séricos das fêmeas influenciam na composição do colostro e do leite, assim como interferem no desempenho da leitegada nas primeiras 24 horas de vida, sendo, portanto, a análise da bioquímica sérica e láctea de fundamental importância para o desempenho produtivo das fêmeas e dos leitões.

Palavras-chave: Lactação, Colostro, Correlação.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the importance, variability and interrelationship of blood biochemical and bromatological variables of colostrum from swine sows, on the performance of piglets in the first 24 hours of life. The experiment was conducted with 15 lactating swine sows, selected keeping the same quantity per birth order ($n=5$), with approximate average weight (274.68 kg), birth orders (3 to 5) of the same genetics (Topigs Norsvin – TN70). Duration of farrowing, colostrum production, pre-delivery weight, litter size, post-delivery weight, as well as feed consumption were measured. Samples of 5 mL of blood from the sows were collected shortly after the birth of the first piglet and 24 hours later, to analyze the concentrations of gamma glutamyl transferase, glucose, total cholesterol, triglycerides, creatine kinase, total protein, albumin, globulin and the albumin/globulin ratio. During the same periods, 80 mL of colostrum and milk were collected to analyze the concentrations of crude protein, fat content, lactose, non-fat solids, total solids and gamma glutamyl transferase activity. Statistical analyzes were performed using the “corrplot”, “lavaan” and “sem-Plot” packages from the R Development computer program. The data were standardized $(X_i - \bar{X})/s$ and Pearson correlation analysis was performed, as well as principal components analysis to understand the relationship of the variables. Correlations were considered low if $|r| \leq 0.30$, moderate when $|0.30 < r \leq 0.70|$ or high for $|r| > 0.70|$, only high correlations were considered. The first and second components had an eigenvalue greater than 1 and the two together explained 71.91% of the total variation in the data. Of the total variation in the data, the first component explained 45.95% and the second 25.96%. The formation of four groups of variables with high correlations was verified: 1) negatively correlated with the first component, duration of birth, litter size, fat at 24 hours, lactose at 24 hours, non-fat solids at 24 hours, solids totals at 24 hours, milk gamma glutamyl transferase at 0 hours, total cholesterol at 0 hours, creatine kinase at 0 hours, creatine kinase at 24 hours, total protein at 0 hours and globulin at 0 hours; 2) positively correlated with the first component, Fat at 0 hour, total cholesterol at 24 hours, triglycerides at 24 hours, serum gamma glutamyl transferase at 0 hour, serum gamma glutamyl transferase at 24 hours, albumin at 24 hours, ratio between albumin and globulin at 0 hours and ratio between albumin and globulin at 24 hours; 3) negatively correlated with the second component Delivery order, colostrum production at 24 hours, crude protein at 0 hours, crude protein at 24 hours, lactose at 0 hours, non-fat solids at 0 hours, total solids at 0 hour and lactic gamma glutamyl transferase at 24 hours; 4) positively correlated with the second component, globulin at 24 hours. It is concluded that the physiological and serum parameters of females influence the composition of colostrum and milk, as well as interfering with the performance of the litter in the first 24 hours of life, therefore, the analysis of serum and milk biochemistry is of fundamental importance. for the productive performance of females and piglets.

Keywords: Lactation, Colostrum, Correlation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Contribuição das variáveis com o componente 1	23
Figura 2.	Contribuição das variáveis com o componente 2	23
Figura 3.	Contribuição das variáveis dos componentes	24
Figura 4.	Correlações entre parâmetros bioquímicos séricos e lácteos de fêmeas lactantes durante e após o parto	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos parâmetros de desempenho e fisiológicos das matrizes.....	18
Tabela 2. Componentes da dieta para fêmeas em lactação	18
Tabela 3. Correlações dos componentes	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALB0	Albumina 0 hora
ALB24	Albumina 24 horas
CCkg24	Consumo colostro quilograma 24 horas
CK0	Creatina quinase 0 hora
CK24	Creatina quinase 24 horas
CT0	Colesterol 0 hora
CT24	Colesterol 24 horas
DPM	Duração do parto em minutos
GGT0	Gama glutamil transferase láctea 0 hora
GGT0.1	Gama glutamil transferase sérica 0 hora
GGT24	Gama glutamil transferase láctea 24 horas
GGT24.1	Gama glutamil transferase sérica 24 horas
GLB0	Globulina 0 hora
GLB24	Globulina 24 horas
GLI0	Glicose 0 hora
GLI24	Glicose 24 horas
Gor0	Gordura 0 hora
Gor24	Gordura 24 horas
GP24	Ganho de peso 24 horas
h	Horas
Kcal	Quilocalorias
LAC0	Lactose 0 hora
LAC24	Lactose 24 horas
mim	Minutos
mL	Mililitros
mm	Milímetros
OP	Ordem de parto
P24	Peso leitão 24 horas
PB0	Proteína bruta 0 hora
PB24	Proteína bruta 24 horas
PC24	Produção de colostro 24 horas
PN	Peso ao nascer
PPPKg	Peso pré-parto da porca em quilograma
PT0	Proteína total 0 hora
PT24	Proteína total 24 horas
RAG0	Relação albumina/globulina 0 hora
RAG24	Relação albumina/globulina 24 horas
SNG0	Sólidos não gordurosos 0 hora
SNG24	Sólidos não gordurosos 24 horas
ST0	Sólidos totais 0 hora
ST24	Sólidos totais 24 horas
TG0	Triglicerídeos 0 hora
TG24	Triglicerídeos 24 horas
TL	Tamanho da leitegada
UI	Unidade internacionais
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEORICO	14
2.1	Suinocultura e melhoramento genético	14
2.2	Colostro	15
2.3	Perfil bioquímico	16
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Comitê de ética	17
3.2	Animais, localização e instalações	17
3.3	Amostras e análises bioquímicas séricas	19
3.4	Amostras e análises bioquímicas lácteas	19
3.5	Análises estatísticas	20
4	RESULTADOS	20
5	DISCUSSÃO	25
6	CONCLUSÃO	27
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	28

1. INTRODUÇÃO

O melhoramento genético na suinocultura permitiu o desenvolvimento de animais de alta produtividade, fêmeas mais eficientes, precoces e cada vez mais prolíferas (FERREIRA et al., 2014), procurando atender à crescente demanda do mercado por carne suína (ABPA, 2023). Entretanto, a presença de uma leitegada maior e com mais leitões de baixo peso ao nascimento possibilita no aumento da taxa de mortalidade pré-desmame, e a maioria destas perdas ocorre nos primeiros dias de vida após o nascimento, sendo que estas têm relação direta com o consumo inadequado de colostro e tem relação direta com o parto (MOREIRA et al., 2020).

Os perfis bioquímicos séricos são de fundamental importância na avaliação e no monitoramento do condicionamento nutricional e metabólico das fêmeas e dos leitões, fornecendo informações sobre o estado clínico e produtivo, pertinentes ao metabolismo energético e proteico, porém, algumas características bioquímicas séricas podem ser controladas pela genética, de maneira que qualidades fenotípicas e bioquímicas séricas são previstas antecipadamente (GONZÁLEZ e SILVA, 2017).

A busca por instrumentos que ajudem na análise metabólica e no acompanhamento de modificações fisiológicas em fêmeas, contribuem na prevenção de alterações lesivas durante e após parto, melhorando os índices reprodutivos e contribuindo para o crescimento e expansão do setor suínico (COSTA JUNIOR et al. 2015). A realização de trabalhos que utilizam rebanhos comerciais é de suma importância, visto que os resultados representarão as verdadeiras condições dos animais em sistemas intensivos de produção no Brasil (MELLAGI et al., 2013).

Em virtude que a saúde do animal, produção e qualidade do colostro e o desempenho da leitegada dependem do equilíbrio metabólico das fêmeas, que podem ser potencialmente avaliados ou associados aos valores bioquímicos séricos e bromatológicos do colostro (DJOKOVIC et al., 2019). O colostro é fonte de energia para os recém nascidos, além de possibilitar o desenvolvimento de imunocompetência, adquirindo imunidade passiva prevenindo doenças na fase inicial. Dessa forma, o desenvolvimento dos leitões está correlacionado positivamente com a ingestão do colostro e a ingestão dos componentes do colostro na primeira hora de vida (HOJGAARD et al., 2020).

Algumas características são altamente correlacionadas e podem fornecer resultados positivos ou negativos quando analisadas ao mesmo tempo. Alguns dados podem ser excessivos porque estão altamente correlacionadas entre si. A análise de componentes principais (PCA) é

uma metodologia multivariada que pode explicar melhor as características quando estão correlacionadas, além de eliminar características redundantes, altera-se o grupo original de variáveis em outro grupo (PANDA et al., 2019).

Entretanto, a avaliação da importância, variabilidade e inter-relação de variáveis bioquímicas do sangue, bromatológicas do colostro e de desempenho, que podem nortear manejos reprodutivos e nutricionais na maternidade, são escassas na literatura. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a importância dos parâmetros bioquímicos do sangue de fêmeas suínas em relação à composição bromatológica do colostro sobre o desempenho de leitões nas primeiras 24 horas de vida.

2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

2.1 Suinocultura e melhoramento genético

As novas tecnologias e os avanços genéticos tem sido mais exigido e cooperado para melhorar o desempenho de fêmeas lactantes e em desmame (SCAIN e BIZARRO-SILVA, 2021). Com isso, nos programas de seleção genética, as matrizes suínas estão sendo selecionadas para aumentar a sua prolificidade ou seja, capazes de produzir leitegadas cada vez mais numerosas, o que tem possibilitado um maior número de animais desmamados/fêmea/ano e, conseqüentemente, um maior número de suínos destinados ao abate (ROONEY et al., 2020). As inovações tecnológicas e o aperfeiçoamento daquelas já existentes permitiram que o Brasil assumisse papel importante na produção de carne suína a nível mundial. A incrementação do manejo e a melhoria das instalações, ao mesmo tempo dietas balanceadas e animais melhorados colaboraram para estes resultados, entretanto, isso não seria possível se a eficácia reprodutiva ou o número de leitões produzidos e terminados por matriz não fossem satisfatórios (ROONEY et al., 2020).

O melhoramento genético busca produzir animais mais eficientes, com maior ganho de peso, rendimento de carcaça e prolificidade. Contudo, a ampliação na expressão de determinadas características como o número de nascidos, ocasionou maior variabilidade do peso ao nascimento. A hiperprolificidade influencia negativamente a leitegada com animais mais leves e heterogêneos, aumentando a inviabilidade dos indivíduos (OLIVIERO et al., 2019). Essa heterogeneidade está relacionada ao peso, consumo de colostro e a vitalidade do leitão, visto que, leitões maiores tendem a ter um consumo de colostro maior, conseqüentemente um bom ganho de peso, que vai influenciar no seu desenvolvimento após o parto.

O aumento da leitegada tem tornado a duração de parto mais longa, comprometendo o bem-estar não só da matriz, mas também do leitão. De modo que o parto se torna mais estressante e aumentam as chances de surgimento de leitões natimortos (OLIVIERO et al, 2019). Entretanto, os avanços no manejo da alimentação de matrizes suínas antes do parto podem proporcionar resultados positivos para o bem-estar, produtividade e qualidade de suas leitegadas, melhorando as características de parto e o desempenho inicial do leitão, proporcionando melhores índices de desempenho ao parto e melhorando os resultados produtivos (MELLAGI et al., 2013). Um dos importantes fatores a se avaliar dentro de um sistema de produção de suínos é a eficiência reprodutiva das fêmeas. Esta deve expressar todo seu potencial reprodutivo, desempenhando com plenitude seu potencial materno, produzindo animais saudáveis e viáveis.

2.2 Colostro

Durante a fase de desenvolvimento fetal, os leitões recebem da fêmea todos os nutrientes, fatores de crescimento e de proteção. Após o parto, os leitões permanecem dependentes da fêmea por meio do fornecimento de colostro e leite, principais fontes de energia de fácil digestão na forma de lipídios, aminoácidos, minerais, vitaminas e diversos componentes biológicos (HURLEY, 2015). Portanto, o ganho de peso dos leitões está positivamente correlacionado com o consumo de colostro e o consumo de componentes do colostro durante as primeiras horas de vida (HOJGAARD et al., 2020).

O consumo de colostro e leite tem grande impacto no desempenho e desenvolvimento dos leitões, e o consumo de gordura e proteína afeta muito o crescimento dos mesmos (HOJGAARD et al., 2020). Neste sentido, as alterações no crescimento dos leitões até ao desmame coincidem não só com alterações na quantidade das substâncias lácteas, mas também com rápidas alterações na composição durante o período de lactação e de sólidos totais produzidos pelas fêmeas, além de alterações genéticas e fatores ambientais (INOUE e TSUKAHARA, 2021).

A composição do colostro muda rapidamente após o nascimento e é substituído por leite normal após 12 a 24 horas (QUESNEL et al., 2011; THEIL et al., 2014). O conteúdo de gordura e lactose aumentou, enquanto a proteína diminuiu devido à diminuição dos níveis de imunoglobulinas (THEIL et al., 2014). Como a transferência de imunidade da fêmeas para o leitão ocorre de forma totalmente passiva através da ingestão de colostro após o nascimento, a quantidade mínima de colostro necessária para que o leitão absorva imunoglobulinas suficiente para o seu desenvolvimento varia de 200g a 300g nas primeiras 24 horas de vida ou peso ao nascer de 180

g/kg (DEVILLERS et al., 2011; QUESNEL et al., 2011). O consumo de colostro é influenciado por vários fatores como a quantidade e a qualidade do colostro, tamanho da leitegada, peso ao nascer e vitalidade (QUESNEL et al., 2011). Leitões de ninhadas maiores apresentam desigualdade de peso entre si, com leitões mais pesados tendendo a ser mais competitivos durante a alimentação do que leitões com peso ao nascer mais baixo.

2.3 Perfil bioquímico

Os componentes séricos frequentemente analisados representam nos indivíduos as principais vias metabólicas, das quais a glicose, colesterol e os triglicérides, representam o metabolismo energético; proteína total e suas frações (albumina, globulina e razão albumina/globulina), que representam o metabolismo proteico (HĂBEANU et al, 2022). São estudados os principais indicadores das funções hepáticas e biliares, como as enzimas fosfatase alcalina (FA), aspartato amino transferase (AST), gama glutamil transferase (GGT), creatina quinase (CK), entre outros parâmetros.

A fase de gestação possui grande importância dentro de um sistema de produção, tendo em vista que o sucesso nessa fase influenciará as demais fases do sistema de produção, culminando no progresso da produção (MALOPOLSKA et al., 2021). Na fase lactacional, as fêmeas suínas diminuem a quantidade de alimento que ingerem, causando perda de peso e diminuição na produção de leite. Assim, o agravamento dessa condição está sujeito à fatores como alimentação consumida, número de leitões nascidos, peso corporal da matriz ao início da lactação e das condições ambientais em que esses animais se encontram (OLIVIERO, et al., 2019).

O perfil bioquímico sérico tem importantes aplicações para estimativa clínica de indivíduos, bem como na avaliação e/ou monitoramento das condições nutricionais e metabólicas de um grupo de animais (GONZÁLEZ e SILVA, 2017). A análise bioquímica do sangue fornece dados valiosos sobre a saúde e o desempenho dos animais, permitindo a interpretação do metabolismo proteico, energético e mineral (GONZÁLEZ e SILVA, 2017).

Algumas características bioquímicas séricas são controladas geneticamente, de modo que fenótipos bioquímicos séricos específicos podem ser previstos e podem ser utilizados como indicadores de produtividade e saúde animal, promovendo pesquisas sobre esses aspectos para melhoramento genético destes animais (GONZÁLEZ e SILVA, 2017).

Na produção intensiva de suínos, os testes bioquímicos séricos raramente são solicitados, mas fornecem informações importantes sobre a saúde dos animais, o que por sua vez tem

implicações na sua saúde e na produtividade (COSTA JUNIOR et al., 2015). Portanto, sua aplicação prática tem grande potencial, pois podem ocorrer alterações nos valores bioquímicos séricos devido a alterações fisiológicas e metabólicas.

A interpretação correta dos resultados requer o conhecimento dos limites normais de variabilidade dos componentes sanguíneos, que variam significativamente devido a fatores como comportamento, nutrição, raça, idade, sexo e estado fisiológico do animal, incluindo gravidez e lactação (KANEKO et al., 2008; GONZÁLEZ e SILVA, 2017).

Perfis bioquímicos podem ser utilizados não apenas para avaliação clínica individual, mas também para avaliar e monitorar o estado nutricional e metabólico de grupos de animais. Quando interpretadas adequadamente, as características bioquímicas fornecem informações importantes sobre o estado clínico, metabólico e de desempenho do animal. Com o advento de novas técnicas, a disponibilidade de equipamentos automatizados e a crescente compreensão da fisiopatologia, a utilização de exames laboratoriais como auxílio à prevenção, avaliação e monitoramento de doenças na pecuária tem se mostrado indispensável (MADRESEH-GHAHFAROKHI et al., 2020).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Comitê de ética

Todos os procedimentos foram submetidos e executados seguindo as diretrizes da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, identificado pelo protocolo 22/2021.

3.2 Animais, localização e instalações

O experimento foi conduzido com 15 matrizes suínas de linhagens comerciais hiperprodutivas que foram selecionadas de acordo com a ordem de parto, em granja comercial localizada no distrito de Croatá, município de São Gonçalo do Amarante, no estado do Ceará, Brasil. As matrizes foram selecionadas mantendo-se a mesma quantidade por ordem de parto ($n=5$), com peso médio aproximado (274,68 kg), ordens de parto (3 a 5) da mesma genética (Topigs Norsvin – TN70). A transferência das matrizes do galpão de gestação para a maternidade ocorreu aos 110 dias de gestação e as mesmas foram pesadas na entrada da maternidade. As instalações da gestação eram providas de gaiolas individuais com piso compacto e a maternidade com piso parcialmente ripado e escamoteador para aquecimento dos leitões.

Tabela 1. Caracterização dos parâmetros de desempenho e fisiológicos das matrizes

Parâmetros	Máximo	Mínimo	Média	Desvio
Duração do parto (min)	350,00	89,00	201,62	90,53
Peso pré-parto (kg)	311,70	236,20	274,68	20,48
Ordem de parto (n)	5,00	3,00	4,00	0,91
Peso pós-parto (kg)	284,24	214,58	248,57	19,43
Tamanho da leitegada (n)	24,00	13,00	17,38	3,20
Peso médio da leitegada (kg)	30,54	17,36	21,98	3,83
Peso médio do leitão (kg)	1,272	1,335	1,264	0,367
Consumo de ração 1º dia (kg)	0,00	0,00	0,00	0,00
Produção de colostro (kg)	7,91	4,18	5,91	1,14

A ração de lactação foi fornecida na forma farelada, à base de milho e farelo de soja, de acordo com as exigências nutricionais para fêmeas lactantes de acordo com o manual técnico da linhagem (Topigs Norsvin, 2017; Tabela 2).

Ao serem transferidas para o galpão de maternidade, as matrizes receberam 2,0 kg de ração de lactação até o parto. No primeiro dia após o parto, foi ofertado 1,0 kg; havendo aumento progressivo da oferta de 1 kg por dia até o oitavo dia onde foi ofertado 8,0 kg de ração, mantendo essa quantidade ofertada até o desmame. Durante o período lactacional, as fêmeas receberam água *ad libitum* e o arraçoamento foi dividido em quatro vezes ao dia, às 6h, 10h, 16h e 22h.

Tabela 2. Ingredientes e composição química da dieta para fêmeas em lactação

Ingredientes	Lactação
Milho 8% PB	54,43
Farelo de soja 46%	32,10
Farinha de trigo	2,00
Lignocelulose †	0,20
Açúcar	3,00
Óleo de soja	3,80
Vitamina D250 (25OHD3) ‡	0,03
Premix de vitaminas e minerais ‡‡	4,00
Adsorvente de micotoxinas	0,10
DL-Metionina	0,05
Lisina 70% §	0,09
Ácido guanidinoacético (GAA 96%) ¶	0,10
Biotina 2%	0,01
Probiótico†††	0,01

Probiótico ¶¶	0,10
Total	100,00
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.450
Proteína bruta (%)	19,81
Cálcio (%)	0,95
Fósforo disponível (%)	0,44
Lisina digestível (%)	0,97
Metionina + cistina digestível (%)	0,57
Treonina digestível (%)	0,63
Triptofano digestível (%)	0,21
Arginina digestível (%)	1,31
Valina digestível (%)	0,82

† Fonte de fibra; ‡ Suplemento de vitamina D 250:(25-OH-D3) (precursor fisiológico do hormônio ativo – vitamina D3) como princípio ativo; ‡‡ Conteúdo por quilograma de produto: Ácido Fólico (15 mg/kg), Ácido Pantotênico (400 mg/kg), BHT (100 mg/kg), Biotina (10 mg/kg), Cálcio (200 mg/kg), Cobalto (5 mg/kg), Cobre 1500 mg/kg, Colina (10 mg/kg), Cromo (5 mg/kg), Ferro (1750 mg/kg), Fitase (12,50 FTU/kg), Fósforo (82 g/kg), Iodo25 (mg/kg), L-carnitina (1261 mg/kg), Manganês (1000 mg/kg), Niacina (750 mg/kg), Selênio (7,5 mg/kg), Sódio (48,75 g/kg), Vitamina A (250.000 UI/kg), Vitamina B1 (38 mg/kg), Vitamina B12 (500 mcg/kg), Vitamina B2 (125 mg/kg), Vitamina B6 (25 mg/kg). kg, vitamina D3 (40.000 UI/kg), vitamina E (1.500 UI/kg), vitamina K3 (50mg/kg); § Contém 70% de lisina; ¶ 96% de ácido guanidinoacético (GAA) como precursor da creatina; ††† *Bacillus subtilis* e *B. licheniformes*; ¶¶ Cepas vivas *Saccharomyces cerevisiae*.

3.3 Amostras e análises bioquímica séricas

As amostras de sangue das matrizes foram colhidas logo após o nascimento do primeiro leitão e 24 horas após, por meio de contenção física e punção da veia auricular, com uso de seringas de 5 mL e agulhas hipodérmicas de 25mm x 0,70mm, posteriormente transferidas para tubos com anticoagulante para separação do plasma e após, foram transferidas para microtubos eppendorf de 1 mL e congelados (-20 °C) até o momento das análises.

Foram mensurados no soro os parâmetros: gama glutamil transferase, glicose, colesterol total, triglicerídeos, creatina quinase, proteína total, albumina, globulina e a razão entre albumina e globulina (FRIEDEWALD et al., 1972). As análises bioquímicas foram realizadas em analisador bioquímico semiautomático, utilizando kits comerciais específicos da marca Bioclin® e Vida Biotecnologia®.

3.4 Amostras e análises bioquímicas lácteas

Foram coletadas amostras de secreção láctea no dia do parto (após o nascimento do primeiro leitão) e às 24 horas após o início do parto, com auxílio de 10 UI de ocitocina injetável

na veia auricular. Foram colhidos, aproximadamente, 80 mL de secreção láctea, em potes esterilizados, pela ordenha manual das glândulas funcionais de cada fêmea, sendo homogeneizados e armazenados à temperatura de -20 °C para análises subsequentes (WEI et al., 2018).

Todos os frascos foram devidamente identificados e acondicionados em caixa isotérmica contendo gelo artificial, a fim de manter as amostras em temperatura entre 4 e 8 °C. As amostras de colostro e leite foram imediatamente encaminhadas para o Laboratório de Qualidade do Leite da UFRN, onde foram realizadas as análises químicas. Para determinação da composição química do leite e do colostro, as amostras foram submetidas à análise eletrônica por absorção infravermelha no equipamento DairySpec FT Bentley.

Foram analisadas as concentrações de proteína bruta, teor de gorduras, lactose, sólidos não-gordurosos, sólidos totais e atividade da gama glutamil transferase. Para estimação da produção de colostro da fêmea usou-se a equação sugerida por (THEIL et al., 2014), onde IC é o consumo de colostro, t é a duração da mamada, P_{24} é o peso às 24 horas após o nascimento, P_0 é o peso ao nascimento e t_{fs} é o intervalo do nascimento à primeira mamada. Após estimação do consumo individual dos leitões, tem-se a produção da fêmea.

$$IC = -217,4 + 0,217t + 1861019 \times \frac{P_{24}}{t} + P_0 \left(54,80 - \frac{1861019}{t} \right) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4}t_{fs} + 6,1 \times 10^{-7}t_{fs}^2)$$

3.5 Análises estatísticas

Os dados inicialmente foram padronizados $(X_i - \bar{X})/s$ e foi realizada a análise de correlação de Pearson e componentes principais para compreender o relacionamento das variáveis. Foram consideradas correlações baixas se $|r| \leq 0,30$, moderada quando $|0,30 < r| \leq 0,70$ ou alta para $|r| > 0,70$. Em seguida uma segunda análise de componentes foi realizada. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os pacotes “corrplot”, “lavaan” e “semPlot” do programa computacional R Development.

4. RESULTADOS

Pela análise de componentes principais verificou-se que o primeiro e o segundo componente apresentaram autovalor maior que 1 e que os dois conjuntamente explicaram 71,91% da variação total dos dados (Tabela 3). O primeiro componente explicou 45,95% da variação, apresentando correlação alta e negativa com as variáveis, duração de parto, tamanho da leitegada, gordura às 24 horas, lactose às 24 horas, sólidos não-gordurosos às 24 horas, sólidos totais às 24 horas, gama glutamil transferase láctea às 0 hora, colesterol total às 0 hora, creatina quinase

às 0 hora, creatina quinase às 24 horas, proteína total às 0 hora e globulina às 0 hora e alta e positiva com as variáveis, gordura às 0 hora, colesterol total às 24 horas, triglicerídeos às 24 horas, gama glutamil transferase sérica às 0 hora, gama glutamil transferase sérica às 24 horas, albumina às 24 horas, razão entre albumina e globulina às 0 hora e razão entre albumina e globulina às 24 horas. O segundo componente explicou 25,96% da variação total dos dados, apresentando correlação alta e negativa, ordem de parto, produção de colostro às 24 horas, proteína bruta às 0 hora, proteína bruta às 24 horas, lactose às 0 hora, sólidos não-gordurosos às 0 hora, sólidos totais às 0 hora e gama glutamil transferase láctea às 24 horas e alta e positiva com a globulina às 24 horas.

Tabela 3. Correlações dos componentes das variáveis bioquímicas e bromatológicas de matrizes suínas sobre o desempenho de leitões ao primeiro dia de vida

Variáveis	Componente 1	Componente 2
Ordem de parto	0,056	-0,796
Duração de parto	-0,725	-0,555
Peso pré-parto	-0,692	0,604
Tamanho da leitegada	-0,839	-0,538
Consumo de colostro em 24 horas	0,229	-0,250
Produção de colostro em 24 horas	-0,161	-0,879
Peso ao nascer	-0,286	-0,001
Peso às 24 horas	-0,214	-0,063
Ganho de peso às 24 horas	0,279	-0,248
Gordura às 0 hora	0,771	-0,294
Gordura às 24 horas	-0,812	-0,583
Proteína bruta às 0 hora	0,231	-0,942
Proteína bruta às 24 horas	0,025	-0,942
Lactose às 0 hora	0,157	-0,975
Lactose às 24 horas	-0,956	0,201
Sólidos não-gordurosos às 0 hora	0,174	-0,966
Sólidos não-gordurosos às 24 horas	-0,987	-0,115
Sólidos totais às 0 hora	0,348	-0,889
Sólidos totais às 24 horas	-0,934	-0,350
Gama glutamil transferase láctea às 0 hora	-0,988	0,143
Gama glutamil transferase láctea às 24 horas	-0,509	-0,850
Glicose às 0 hora	0,432	-0,166
Glicose às 24 horas	-0,021	-0,181
Colesterol total às 0 hora	-0,868	0,292
Colesterol total às 24 horas	0,878	-0,419
Triglicerídeos às 0 hora	0,602	0,072
Triglicerídeos às 24 horas	0,921	-0,330
Creatina quinase às 0 hora	-0,768	-0,537
Creatina quinase às 24 horas	-0,890	-0,336
Gama glutamil transferase sérica às 0 hora	0,865	0,482
Gama glutamil transferase sérica às 24 horas	0,948	0,183
Proteína total às 0 hora	-0,740	0,101
Proteína total às 24 horas	0,566	-0,032

Albumina às 0 hora	0,043	0,030
Albumina às 24 horas	0,902	0,264
Globulina às 0 hora	-0,993	0,104
Globulina às 24 horas	-0,327	0,705
Razão entre albumina e globulina às 0 hora	0,933	-0,276
Razão entre albumina e globulina às 24 horas	0,914	-0,261
Autovalor	17,92	10,13
%Variância	45,95	25,97
%Acumulada	45,95	71,91

Nas figuras 1, 2 e 3 são apresentadas as contribuições das variáveis com cada componente. Verificou-se que as variáveis globulina às 0 horas, gama glutamil transferase láctea às 0 hora, sólidos não-gordurosos às 24 horas, lactose às 24 horas, gama glutamil transferase sérica às 24 horas, sólidos totais às 24 horas, razão entre albumina e globulina às 0 hora, triglicerídeos às 24 horas, razão entre albumina e globulina às 24 horas, albumina às 24 horas, creatina quinase às 24 horas, colesterol total às 24 horas, colesterol total às 0 hora, gama glutamil transferase sérica às 0 hora, tamanho da leitegada, gordura às 24 horas, gordura às 0 hora, creatina quinase às 0 hora, proteína total às 0 horas, duração de parto e peso pré-parto foram as que contribuíram mais com o primeiro componente (figuras 1 e 3). As variáveis lactose às 0 hora, sólidos não-gordurosos às 0 hora, proteína bruta 0 hora, proteína bruta 24 horas, sólidos totais às 0 hora, produção de colostro às 24 horas, gama glutamil transferase láctea às 24 horas, ordem de parto, globulina às 24 horas, peso pré-parto, gordura às 24 horas, duração de parto, tamanho da leitegada e creatina quinase às 0 hora contribuíram mais com o segundo componente (figuras 2 e 3).

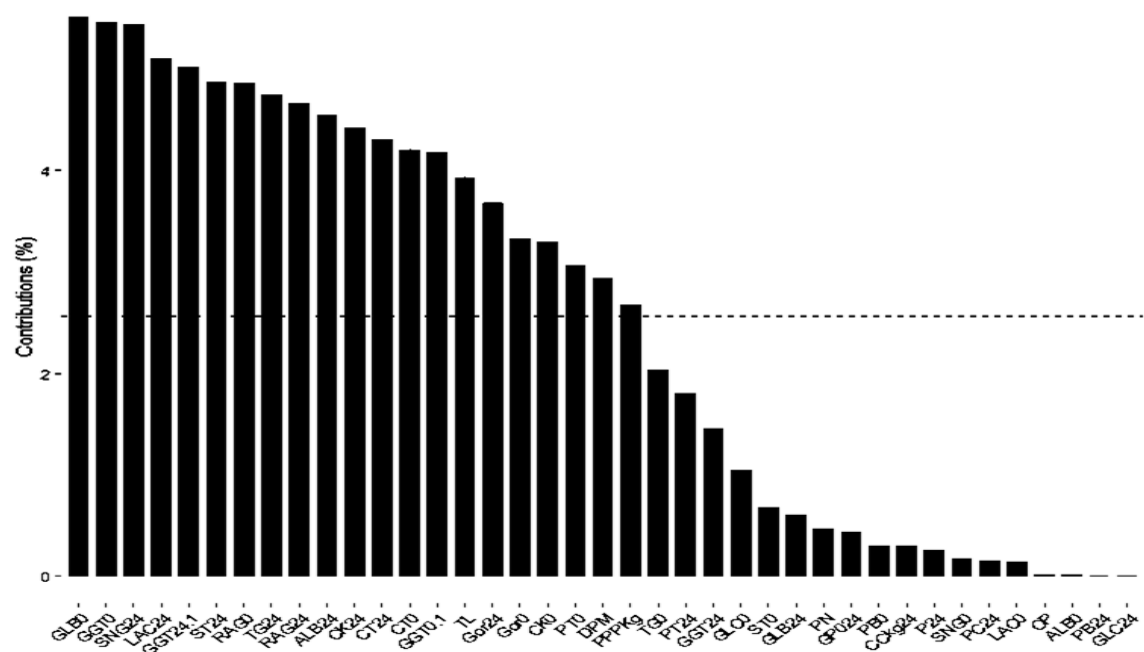


Figura 1. Contribuição das variáveis com o componente 1.

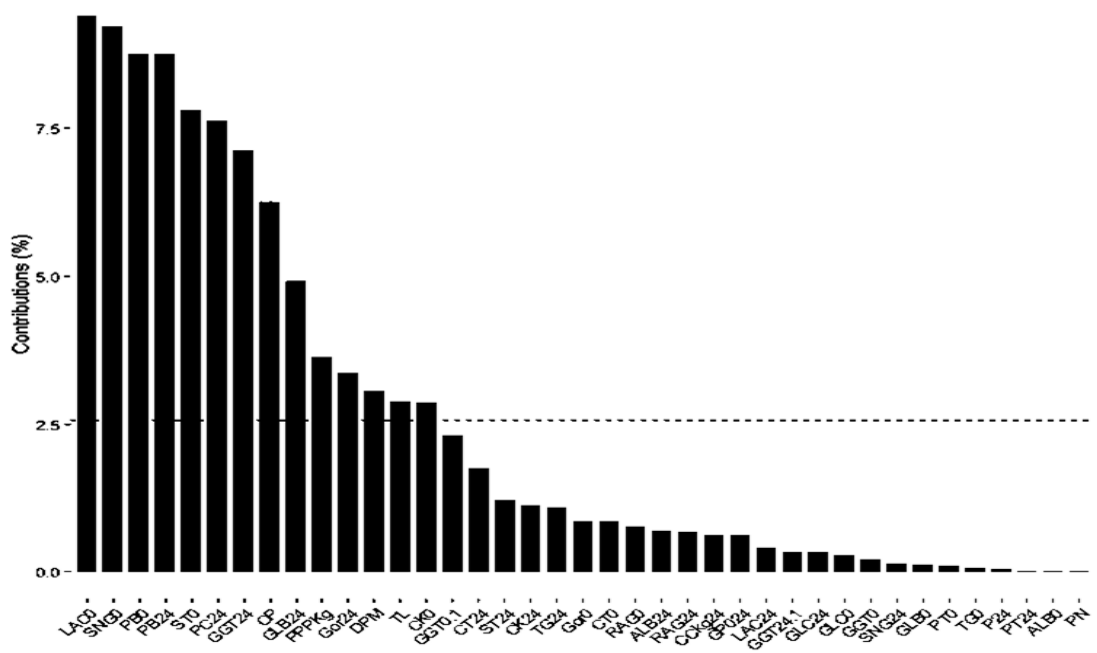


Figura 2. Contribuição das variáveis com o componente 2.

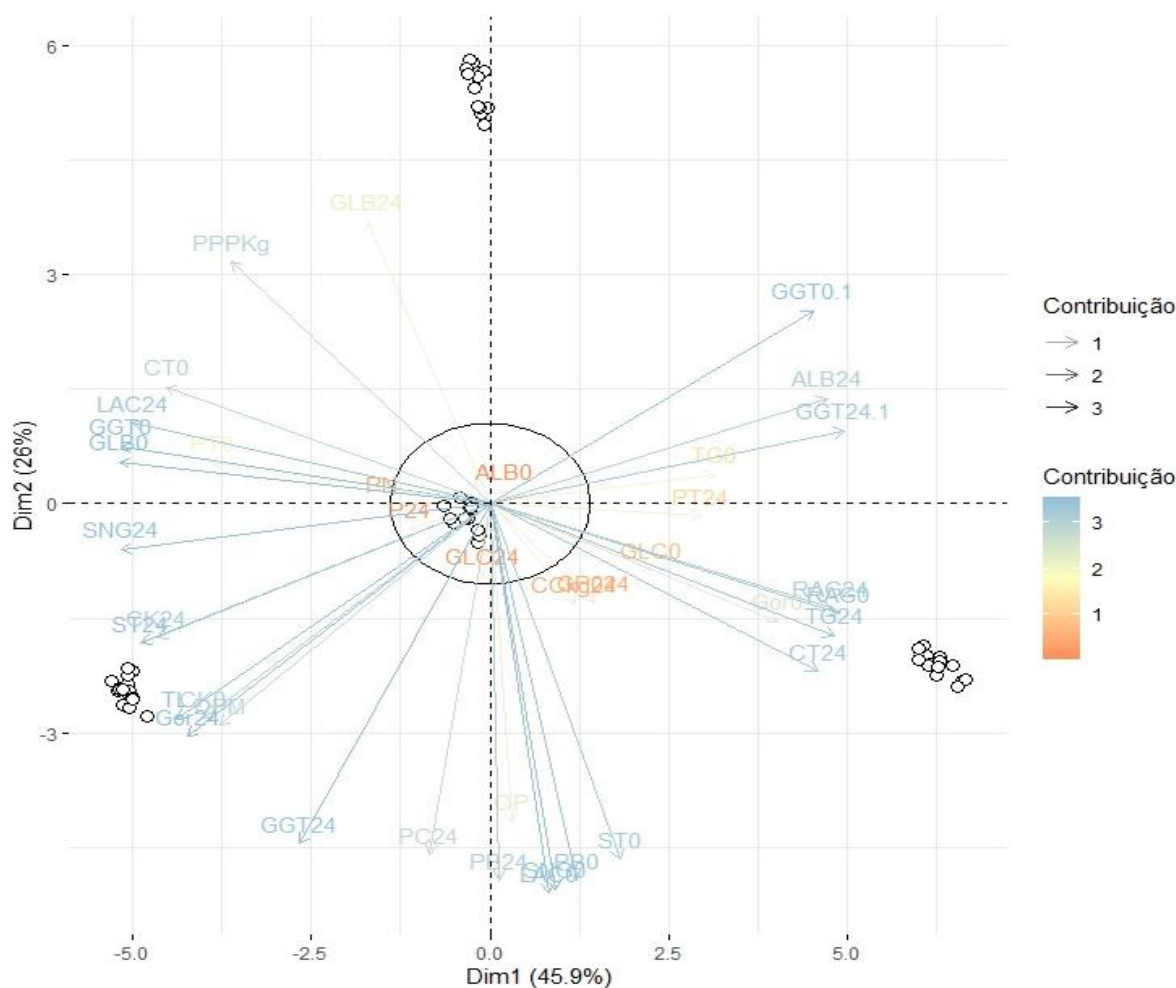


Figura 3. Contribuição das variáveis com os componentes.

Pela análise de correlação verificou-se a formação de quatro grupo de variáveis: 1) variáveis que estão correlacionadas negativamente com o primeiro componente – Duração do parto, tamanho da leitegada, gordura às 24 horas, lactose às 24 horas, sólidos não-gordurosos às 24 horas, sólidos totais às 24 horas, gama glutamil transferase láctea às 0 hora, colesterol total às 0 hora, creatina quinase às 0 hora, creatina quinase às 24 horas, proteína total às 0 hora e globulina às 0 hora; 2) variáveis que estão correlacionadas positivamente com o primeiro componente – Gordura às 0 hora, colesterol total às 24 horas, triglicerídeos às 24 horas, gama glutamil transferase sérica às 0 hora, gama glutamil transferase sérica às 24 horas, albumina às 24 horas, razão entre albumina e globulina às 0 hora e razão entre albumina e globulina às 24 horas; 3) variáveis que estão correlacionadas negativamente com o segundo componente – Ordem de parto, produção de colostro às 24 horas, proteína bruta às 0 hora, proteína bruta às 24 horas, lactose às 0 hora, sólidos não-gordurosos às 0 hora, sólidos totais às 0 hora e gama glutamil transferase láctea às 24 horas; 4) e a variável que está correlacionada positivamente com o segundo componente – Globulina às 0 hora.

Constou-se que as variáveis que estão dentro do mesmo grupo, apresentaram correlação alta e positivas entre si. Verificou-se correlação alta e negativa entre as variáveis do grupo 1 com o grupo 2, e entre as variáveis do grupo 3 com o grupo 4 (Figura 4).

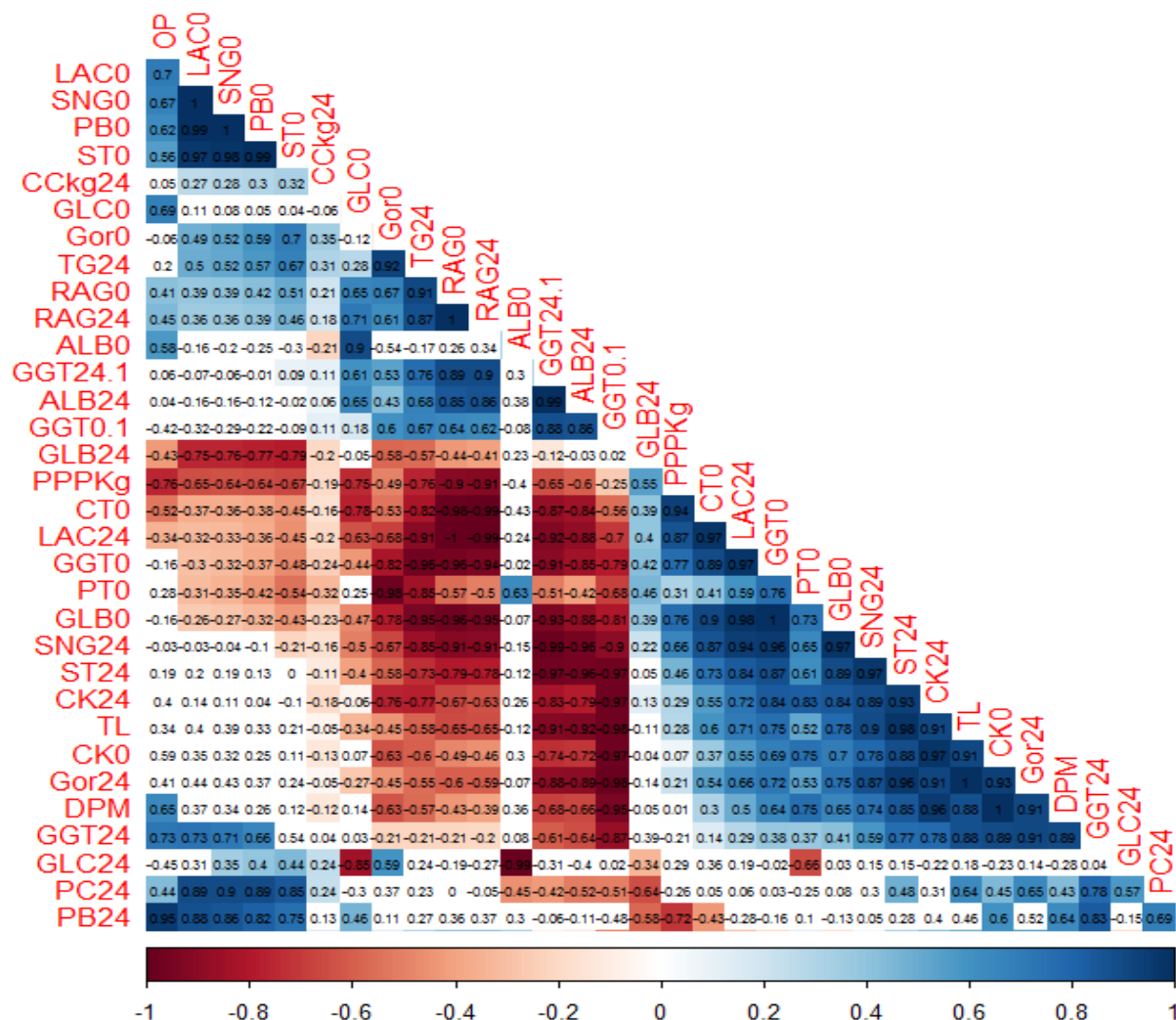


Figura 4. Correlações entre parâmetros bioquímicos séricos e lácteos de fêmeas lactantes durante e após o parto.

5. DISCUSSÃO

Os constituintes plasmáticos frequentemente estudados representam no organismo as principais vias metabólicas, das quais a glicose, colesterol e os triglicérides, representam o metabolismo energético; proteína total e suas frações (albumina, globulina e razão albumina/globulina), que representam o metabolismo proteico (HĂBEANU et al, 2022). São analisados indicadores das funções hepáticas e biliares, como as enzimas gama glutamil transferase (GGT), creatina quinase (CK), entre outros parâmetros.

Em virtude que a saúde do animal, produção e qualidade do leite e o desempenho da leitegada dependem do equilíbrio metabólico interno, incluindo os processos hepáticos, que podem ser potencialmente avaliados ou associados aos valores de vários compostos do colostro e do leite, tais como: gordura, proteína, lactose e outros (DJOKOVIC et al., 2019),

A duração de parto em minutos, tamanho da leitegada e ordem de parto, são parâmetros fisiológicos das matrizes que tiveram alta correlação negativa com os componentes, parâmetros que interferem no desempenho das fêmeas durante o parto. Segundo Quesnel et al., (2011), a duração do parto tem inter-relação com o tamanho da leitegada e relação com ordem de parto. Os parâmetros do colostro interferiram negativamente nos componentes, isso pode ser devido a composição do colostro (gordura, glicose, lactose, sólidos não-gordurosos, sólidos torais e gama glutamil transferase e sua relação com o desempenho e imunidade dos neonatos ao primeiro dia de vida.

O colostro é uma secreção amarelada e viscosa que apresenta baixo teor de lactose e elevados teores de gordura, sólidos totais, minerais e vitaminas, e especialmente proteínas. O maior teor de proteína do colostro se deve principalmente à maior concentração de imunoglobulinas (DECALUWÉ et al., 2014), que têm papel importante no estabelecimento da imunidade passiva dos recém-nascidos, ou seja, o colostro é fundamental para garantir imunidade e o desenvolvimento dos leitões, uma vez que fornece elevadas concentrações de imunoglobulinas, proporcionando imunidade passiva, além de garantir as exigências energéticas por meio de proteínas, gorduras e carboidratos, auxiliando no metabolismo fisiológico dos recém-nascidos (INOUE e TSUKAHARA, 2021).

O perfil bioquímico é formado por um conjunto de componentes metabólicos sendo de fundamental importância para inferir as condições nutricionais, ambientais, metabólicas ou patológicas dos animais. A análise bioquímica mostra-se complexa quanto o entendimento, pois sofre interações de diversos fatores, quanto a raça, idade, estresse, ambiente, estado fisiológico entre outros, dificultando as inferências e interpretações (GONZÁLEZ e SILVA, 2017). Entretanto, alguns componentes sanguíneos interferiram negativamente durante o parto. Esses componentes são fundamentais durante a parição e quando seus níveis de creatina quinase, colesterol, proteína total e frações estão elevados na corrente sanguínea, indicam uma intensa mobilização de gordura e de proteínas musculares. Durante o parto, os níveis da creatina quinase variam devido a demanda física, elevado metabolismo muscular, contrações e esforços que as fêmeas fazem nesse período, após o parto, a demanda mantém-se elevada por meio das altas

mobilizações de proteínas musculares para manutenção metabólica e produção de leite (GONZÁLEZ e SILVA, 2017).

Acredita-se que altas concentrações de GGT no colostro de fêmeas são atribuídas ao processo de extravasamento devido à constante renovação do epitélio devido à produção e sucção de colostro/leite por leitões. A absorção dessas moléculas ocorre de forma semelhante às imunoglobulinas, uma vez que a GGT possui menor peso molecular em comparação com elas, assim como para a quantidade de peptídeos formadores.

A GGT está associada às membranas celulares. Promove a transferência de grupos glutamílicos entre peptídeos e participa da reação da glutatona. Em algumas espécies animais, tanto ruminantes quanto não ruminantes, as glândulas mamárias apresentam alta atividade de GGT (CAO et al., 2021). Nos ruminantes, a GGT liga-se à membrana epitelial da glândula mamária e à membrana do leite, participa do transporte de aminoácidos do sangue para a glândula mamária e desempenha um papel importante na biossíntese das proteínas do colostro e do leite. (DUMITRAȘCU et al., 2013). Durante o parto existe uma elevação da globulina sérica, oriunda das imunoglobulinas, que são responsáveis pela imunidade passiva (FALBO et al., 2017), que elevam o teor de proteínas, reduzindo a relação albumina/globulina, interferindo negativamente nesse parâmetro.

O peso das fêmeas durante o parto é um dos principais fatores que podem afetar o desempenho reprodutivo futuro, visto que quando estão fora do escore corporal ideal, podem interferir no desempenho reprodutivo. As fêmeas devem estar bem nutricionalmente, caso contrário, a elevada produção de leite provoca a perda das reservas de gordura corporal, assim, a mobilização de gordura beneficia os leitões, mas prejudica as fêmeas (STRATHE et al., 2017). O balanço energético negativo na fase da lactação, aumenta o intervalo-desmame-cio (IDC) além de diminuir o número de leitões nascidos totais do parto seguinte (STRATHE et al., 2017).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se que os parâmetros fisiológicos e séricos das fêmeas influenciam na composição do colostro e do leite, assim como interferem no desempenho da leitegada. Portanto, a análise da bioquímica sérica e láctea é de fundamental importância para o desempenho produtivo das fêmeas e dos leitões nas primeiras 24 horas de vida.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA, **Relatório anual 2023**, 75p, 2023. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

CAO, L.; LI, Q.; LAMETSCH, R. Identification and Activity Characterization of γ -Glutamyl-transferase from Bovine Milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 69, n. 50, p. 15325-15333, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34905359/>. Acesso em: 23 out. 2023.

COSTA JUNIOR M. B. et al. Torta da polpa da macaúba para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 16, 325-336, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbspa/a/7YBFJ4Y8VvTh9jj999S6dWJ/?lang=pt>. Acesso em: 21 nov. 2023.

DECALUWÉ, R., et al. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. **Livestock Science**, v. 162, p. 185-192, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141314000584>. Acesso em: 11 out. 2023.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1605-1612, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S175173111100067X>. Acesso em: 27 set. 2023.

DJOKOVIC, R., et al. Relationships between contents of biochemical metabolites in blood and milk in dairy cows during transition and mid lactation. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, 17: 1–9. 2019. Disponível em: <http://www.jarvm.com/articles/Vol17Iss1/Vol17%20Iss1%20Djokovic.pdf>. Acesso em: 14 set. 2023.

DUMITRAȘCU, L.; STĂNCIUC, N.; STANCIU, S. The effect of heat treatment on γ -glutamyl transferase activity in non-bovine and bovine milk—A comparative kinetic and thermodynamic investigation. **LWT-Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p. 325-330, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812004082>. Acesso em: 23 out. 2023.

FALBO, J. B. et al. Perfil bioquímico sérico em porcas no terço final de gestação. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 18, p. 1–13, 2017. Disponível em: <https://www.re-dalyc.org/pdf/636/63653009052.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

FERREIRA, A. H., et al. Produção de suínos: teoria e prática, Brasília-DF, **Associação Brasileira dos Criadores de Suínos**, ed. 1, p. 908, 2014. Disponível em: https://abcs.org.br/wp-content/uploads/2020/06/01_Livro_producao_bloq_reduce.pdf. Acesso em: 28 out. 2023.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge, **Clinical Chemistry**, v. 18, 6ed. p. 499-502, 1972.

GONZÁLEZ, D. F. H.; SILVA, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária, 3. ed. Revisada e ampliada. Porto Alegre: **Editora da UFRGS**, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/218155/001047435.pdf?sequence=1&isAllo-wed=y>. Acesso em: 28 ago. 2023.

HOJGAARD, C. K., BRUUN, T. S., & THEIL, P. K. Impact of milk and nutrient intake of piglets and sow milk composition on piglet growth and body composition at weaning. **Journal of Animal Science**, 98(3), 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7098704/>. Acesso em: 8 nov. 2023.

HURLEY, W. L. Composition of sow colostrum and milk. In: Farmer, C. The gestating and lactating sow. 1ed. **Wageningen Academic Publishers**, p. 193-230, 2015. Disponível em: <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/9.Composicion%20del%20calostro%20y%20la%20leche%20Chantal%20Farmer.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2023.

INOUE, R.; TSUKAHARA, T. Composition and physiological functions of the porcine colostrum. **Animal Science Journal**, v. 92, n. 1, e13618, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9286568/>. Acesso em: 20 set. 2023.

KANECO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestical animal**. 6 ed., Academic Press - Elsevier, 2008.

HĂBEANU, M. et al. Alterations in Essential Fatty Acids, Immunoglobulins (IgA, IgG, and IgM), and Enteric Methane Emission in Primiparous Sows Fed Hemp Seed Oil and Their Offspring Response. **Veterinary Sciences**, v. 9, n. 7, p. 352, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2306-7381/9/7/352>. Acesso em: 20 out. 2023.

MADRESEH-GHAHFAROKHI, S.; DEHGHANI-SAMANI, A.; DEHGHANI-SAMANI, A. Blood Metabolic Profile Tests at Dairy Cattle Farms as Useful Tools for Animal Health Management. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**. v. 23, p. 1–20, 2020. Disponível em: <http://tru.uni-sz.bg/bjvm/BJVM-March%202020%20p.1-20.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2023.

MALOPOLSKA, M. M. et al., Correlates of reproductive tract anatomy and uterine histomorphometrics with fertility in swine. **Theriogenology**, v. 165, p. 44-51. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X21000583>. Acesso em: 18 set. 2023.

MELLAGI, A. P. G., et al. Efeito da ordem de parto e da perda de peso durante a lactação no desempenho reprodutivo subsequente de matrizes suínas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. [Internet]. 65(3), 819–825. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/JZzs5LMZWg8N69Lb43YFNHc/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2023.

MOREIRA, R. H. R. et al. Variability of piglet birth weights: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 104, n. 2, p. 657-666, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/jpn.13264>. Acesso em: 20 out. 2023.

PANDA, S. et al. Principal component analysis of morphometric and growth traits in crossbred piglets. **The Indian Journal of Animal Sciences**. 90, 1168-1171, 2020. Disponível em: <https://epubs.icar.org.in/index.php/IJAnS/article/view/109303/43106>. Acesso em: 24 out. 2023.

OLIVIERO, C., JUNNIKKALA, S., & PELTONIEMI, O. The challenge of large litters on the immune system of the sow and the piglets. **Reproduction in Domestic Animals-Zuchthygiene**, 54 Suppl 3, p. 12–21. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/rda.13463>. Acesso em: 24 set. 2023.

QUESNEL, H. et al. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, n. 2-3, p. 105-114, 2011. Disponível em: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.03.010>. Acesso em: 08 set. 2023.

ROONEY, H. B., O'DRISCOLL, K., O'DOHERTY, J. V., LAWLOR, P. G. Effect of increasing dietary energy density during late gestation and lactation on sow performance, piglet vitality, and lifetime growth of offspring. **Journal of Animal Science**, 98(1), 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6986436/pdf/skz379.pdf>. Acesso em 29 nov. 2023.

SCAIN, T. P.; BIZARRO-SILVA, C. Anatomophysiological aspects of swine female reproduction: Literature Review. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 102639–102656, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/39070/pdf>. Acesso em: 20 out. 2023.

STRATHE, A. V.; BRUUN, T. S.; HANSEN, C. F. Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. **Animal**, v. 11, n. 11, p. 1913–1921, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731117000155>. Acesso em: 17 out. 2023.

THEIL, P. K. et al. Mechanistic model to predict colostrum intake based on deuterium oxide dilution technique data and impact of gestation and preparturition diets on piglet intake and sow yield of colostrum. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 12, p. 5507-5519, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25367518/>. Acesso em: 14 ago. 2023.

TOPIGS NORSVIN. Manual de Alimentação TN70: Criação de marrãs e porcas; Topigs Norsvin: Helvoirt, Holanda, 2017.

WEI, J. et al. Characterization of porcine milk oligosaccharides over lactation between primiparous and multiparous female pigs. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 4688, 2018. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-23025-x>. Acesso em: 23 out. 2023.