



CAROLINE BEATRIZ DE SOUSA FARIA

**EFEITO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE DESMAME
SOBRE O DESEMPENHO DE LEITÕES NA CRECHE**

**LAVRAS - MG
2023**

CAROLINE BEATRIZ DE SOUSA FARIA

**EFEITO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE DESMAME SOBRE O
DESEMPENHO DE LEITÕES NA CRECHE**

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

Orientador: Dr. Prof. Vinícius de Souza Cantarelli

Coorientador: Dr. Prof. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

Coorientador: Dr. Prof. Rony Antônio Ferreira

**LAVRAS – MG
2023**

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

Faria, Caroline Beatriz de Sousa.

Efeito de diferentes estratégias de desmame sobre o
desempenho de leitões na creche / Caroline Beatriz de Sousa Faria.
- 2021.

50 p.

Orientador(a): Vinicius de Souza Cantarelli.

Coorientador(a): Márvio Lobão Teixeira de Abreu, Rony
Antonio Ferreira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. Desmame estratégico. 2. Consumo de ração. 3. Estresse. I.
Cantarelli, Vinicius de Souza. II. Abreu, Márvio Lobão Teixeira de.
III. Ferreira, Rony Antonio. IV. Título.

CAROLINE BEATRIZ DE SOUSA FARIA

**EFEITO DE DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE DESMAME SOBRE O
DESEMPENHO DE LEITÕES NA CRECHE**

**EFFECT OF DIFFERENT WEANING STRATEGIES ON THE PERFORMANCE OF
PIGLETS AT THE NURSERY**

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

Aprovada em 07/12/2021

Dr. Prof. Rony Antônio Ferreira - UFLA

Dra. Profa. Letícia Gomes de Morais Amaral - IFSULDEMINAS – Campus Machado

Dra. Profa. Fernanda Radicchi Campos Lobato de Almeida - UFMG



Dr. Prof. Vinicius de Souza Cantarelli

Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

DEDICO

Dedico mais essa conquista aos meus pais e irmãos, que mesmo distantes fisicamente, sempre foram muito presentes trazendo muita calma, força e fé para que pudesse aguentar firme. Além disso, proporcionaram momentos de lazer que foram importantes para o descanso de uma jornada tensa e de preocupação.

AGRADECIMENTOS

À Deus e a todos os guias de luz, por sempre estarem na minha presença iluminando e guiando meus passos.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade concedida, ao Departamento de Zootecnia pelo aprendizado e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Ao ASIH, o grupo ao qual me sinto grata e honrada em fazer parte, pelos momentos de discussões que sem sombra de dúvida fizeram total diferença para meu crescimento pessoal e profissional. Ao Núcleo de Estudos em Suinocultura (NESUI) pela receptividade, amizades e por toda as experiências compartilhadas.

À AUMA Negócios e a todos seus funcionários, pelo apoio ao desenvolvimento científico e parceria no projeto de pesquisa necessário para o término do mestrado.

Ao meu orientador Professor Vinícius de Souza Cantarelli, pela atenção, paciência, confiança, inspiração e por todos os conselhos amistosos, que fizeram total diferença na minha vida. Aos componentes da banca Professora Letícia Gomes de Moraes Amaral e ao Professor Nikolas de Oliveira Amaral por terem feito parte de todo meu crescimento, me encorajando e estado comigo em todos os momentos desde o ensino técnico. Ao Professor Rony Antônio Ferreira pelo apoio como coorientador e a Professora Fernanda Radicchi Campos Lobato de Almeida pela disponibilidade e atenção.

A toda minha família, em especial meus pais e meus irmãos. À minha mãe Cidinha por me fazer acreditar que sou capaz, obrigada por todo apoio e amor incondicional de sempre. Ao meu pai Keka, que com seu jeito único de mostrar que não existem barreiras nessa vida que nos impeça quando temos força de vontade e acreditamos em nós mesmos. À minha irmã Caren por ser minha melhor amiga e me proporcionar momentos de paz e lazer, e ao meu irmão Kaio por ser exemplo de força e determinação.

Aos meus amigos Geise, Fabrício, Lana e Thais por todo o apoio e companheirismo sempre. Aos parceiros desde o início dessa jornada, Ygor e Jéssica, que fizeram total diferença na minha vida pessoal e profissional. Aos amigos Rhuan, Maíra, Gabriel e Izabel por todo apoio durante todo o processo, sempre muito solícitos e pacientes. Aos meus companheiros da República Pig Pig, Andressa, Aline e Luciano por proporcionarem momentos de distração, conselhos e além disso, pelo acolhimento.

**A TODOS VOCÊS MINHA ETERNA GRATIDÃO, SEM VOCÊS COM
CERTEZA EU NÃO TERIA CONSEGUIDO.**

“Não desista! Um dia as dificuldades que você está passando se tornarão capítulos da sua história de superação.”
(Fernanda R. Silva)

RESUMO

A busca por estratégias de manejo que minimizem o estresse dos leitões ao desmame e seus impactos negativos é um desafio, visto que é um dos períodos mais críticos dentro do sistema de produção. O estresse relacionado ao desmame faz com que uma grande parcela dos leitões sofra com um atraso no consumo de ração, devido à dificuldade de adaptação às mudanças, principalmente ao novo alimento. Diante disso, a hipótese do trabalho realizado foi que o desmame estratégico de leitões reduziria o estresse e aumentaria o consumo de ração nos primeiros dias após o desmame. Logo, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de desmame sob as variáveis de desempenho e saúde intestinal de leitões na fase de creche. O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa da Animalnutri (AUMA), em Patos de Minas – MG, sendo realizado em duas etapas, nas fases de maternidade e creche. Foram utilizadas 27 matrizes entre a primeira e nona ordem de parto e suas respectivas leitegadas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com três tratamentos: desmame antecipado estratégico (DAE), desmame segregado estratégico (DSE) e desmame convencional (DC) com nove repetições cada, tendo a baía como unidade experimental. Os animais foram pesados individualmente e o fornecimento de ração e as sobras mensurados por baía diariamente, com o objetivo de calcular as variáveis de desempenho incluindo consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA) e peso final (PF). Diariamente foi avaliada a incidência de diarreia, calculada através da porcentagem de baias com animais positivos para diarreia em relação ao total de observações realizadas no período. Para avaliar o início de hábito de consumo foi adicionado um marcador fecal 0,6% de óxido férrico na ração e realizado *swabs* retais às 24, 48 e 72 horas após o desmame. Amostras de sangue foram colhidas três dias após o desmame e três dias após a transferência para a creche para avaliação da permeabilidade intestinal com o uso do marcador Dextran-FITC. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados pelo teste de *Tukey* a 5% de significância ($P < 0,05$). Durante todo o período experimental, o CRD foi maior para os animais do tratamento DSE comparado aos demais ($P = 0,0016$) e os animais do DSE e DC apresentaram maior GPD durante toda a fase (0 a 20 dias), em comparação aos animais do DAE. Foi possível observar uma menor incidência de diarreia nos animais do DAE, quando comparado aos demais tratamentos ($P < 0,05$). Quanto ao início do hábito de consumo, observou-se uma diferença significativa para o tratamento DC ($P < 0,05$), uma vez que, foi constatado uma menor porcentagem de animais consumindo durante as primeiras horas após o desmame. Relacionado a variável permeabilidade intestinal, três dias após o desmame, os animais do tratamento DC apresentaram maior permeabilidade intestinal em comparação aos animais do tratamento DAE ($P < 0,05$). As diferentes estratégias de desmame investigadas na presente pesquisa proporcionam melhor adaptação e estimulam o início do hábito de consumo de ração pelos leitões na transferência para a creche, além de amenizar os desafios que os animais sofrem neste período.

Palavras-chave: Consumo de ração. Desmame estratégico. Estresse. Permeabilidade intestinal.

ABSTRACT

The search for management strategies that minimize the stress of weaning pigs and its negative impacts is a challenge, as it is a critical phase within the production system. Stress related to weaning causes a large proportion of piglets to suffer from a drop in feed consumption, due to the difficulty in adapting to changes, especially to the new diet. Therefore, the hypothesis of this study was that the strategic weaning of piglets reduced stress and increased feed intake in the post-weaning period. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of different weaning strategies on the performance and intestinal health of piglets in the nursery phase. The experiment was carried out at the Animalnutri Research Center (AUMA), in Patos de Minas - MG in two phases; in the farrowing and nursery phases. Twenty-seven females from parities one to nine and their respective litters were used. The experimental design was randomized blocks (DBC) with three treatments: strategic early weaning (DAE), strategic segregated weaning (DSE) and conventional weaning (DC) with nine replicates each, with pen as the experimental unit. All piglets were individually weighed, and the feed intake measured per pen daily, with the aim of calculating the performance variables daily feed intake (DFI), daily weight gain (DWG), feed conversion (CA) and final weight (PF), considering the values of leftover feed. The incidence of diarrhea was evaluated daily, determined through the percentage of pens with positive animals for diarrhea in relation to the total of observations in the period. To assess the beginning of feed consumption, a fecal marker (ferric oxide) was added to the feed and rectal swabs were performed at 24, 48 and 72 hours after weaning. Blood samples were collected three days after weaning and three days after transfer to the nursery facilities for assessment of intestinal permeability using the Dextran-FITC marker. Treatment effects were evaluated by Tukey test at 5% significance ($P < 0.05$). During the entire experimental period, the CRD was higher for the DSE animals ($P = 0.0016$) and DSE and DC animals had higher GPD during the entire phase (0 to 20 days), compared to animals of the AED experimental group. It was possible to observe a lower incidence of diarrhea in animals from the DAE, when compared to the other treatments ($P < 0.05$). As for the beginning of feed consumption, there was a difference for the DC treatment ($P < 0.05$), since a lower percentage of animals was found consuming during the first hours after weaning. Concerning intestinal permeability, animals from the DC treatment had greater intestinal permeability compared to the animals from the DAE treatment ($P < 0.05$). Hence, the different weaning strategies investigated in this research provide better adaptation and encourage the initiation of feed consumption by piglets when transferred to the nursery, in addition to alleviating the challenges that the animals suffer during this period.

Keywords: Feed consumption, strategic weaning, stress, intestinal permeability.

Efeito de diferentes estratégias de desmame sobre o desempenho de leitões na creche

Elaborado por Caroline Beatriz de Sousa Faria e orientado por Vinicius de Souza Cantareli

O período pós desmame é considerado um dos mais críticos e desafiadores, no qual os animais são geralmente expostos a estressores ambientais, sociais e psicológicos que têm efeitos diretos ou indiretos no comportamento, saúde intestinal e desempenho geral. Além disso, uma grande parcela de leitões permanece por períodos prolongados com baixo consumo de ração, podendo impactar negativamente a saúde geral destes. Diante desse cenário, o desafio na fase de creche é fazer com que os animais se adaptem a essas mudanças rapidamente, sem que haja uma queda no desempenho dos mesmos.

Objetivo

Avaliar o efeito de diferentes estratégias de desmame sob as variáveis de desempenho e saúde intestinal de leitões na fase de creche.

2 etapas
Maternidade e creche

Tratamentos



Desmame Antecipado Estratégico
leitões no berçário



Desmame convencional



Desmame Segregado Estratégico
Retirada da fêmea e permanência dos leitões na gaiola

Resultados



GPD: Ganho de peso diário
IHC: Início do hábito de consumo
ID: Incidência de diarreia
PI: Permeabilidade intestinal

	DAE	DC	DSE
GPD Ganho de peso	↑	↑	↑+
IHC Horas	↑	↑+	↑
ID Índice	↑	↑+	↑+
PI Permeabilidade	↑	↑+	↑

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	11
1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1 Características do período de desmame.....	13
2.2 Idade e estratégias de desmame	14
2.3 Características fisiológicas de leitões desmamados	16
2.3.1 Permeabilidade intestinal e sistema imune de leitões ao desmame	16
2.3.2 Microbiota intestinal no período pós desmame	17
2.4 Estratégias para estimular o consumo de ração pós desmame	18
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
REFERÊNCIAS	21
SEGUNDA PARTE - <i>Scientia Agricola</i>	27
ARTIGO - Desempenho e saúde intestinal de leitões, submetidos a diferentes estratégias de desmame	27
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1 Animais, instalações e delineamento experimental	32
2.2 Manejo alimentar e procedimentos experimentais	32
2.3 Variáveis analisadas	33
2.3.1 Desempenho	33
2.3.1.1 Consumo de ração	34
2.3.2 Início do hábito de consumo	34
2.3.3 Incidência de diarreia	34
2.3.4 Medicações e Mortalidade	35
2.3.5 Permeabilidade intestinal	35
2.3.6 Análise Estatística	35
3. RESULTADOS	36
3.1 Desempenho	36
3.2 Incidência de diarreia	38
3.3 Início do hábito de consumo	38
3.4 Permeabilidade Intestinal	39
4. DISCUSSÃO	39
5. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

A fase de creche é conhecida como um dos períodos mais críticos no sistema atual de produção de suínos. Uma série de fatores tornam o desmame um evento estressante na vida dos leitões, incluindo a separação brusca da mãe, o transporte, o reagrupamento e a mudança na dieta. Em consequência a esse estresse ocorre uma redução no consumo de ração, menor aproveitamento de nutrientes, baixo desempenho e maior susceptibilidade a doenças (JI et al., 2019). Além disso, o estresse que ocorre neste período afeta negativamente o desenvolvimento e a permeabilidade intestinais, que, por sua vez, afeta a resposta imune e até mesmo a microbiota (XIONG et al., 2019).

O estresse relacionado ao desmame faz com que uma grande parcela dos leitões sofra com uma queda no consumo de ração, devido à dificuldade de adaptação às mudanças, principalmente ao novo alimento (MORMÈDE; HAY, 2003). Esse baixo consumo de ração imediatamente após o desmame é responsável por alterações morfológicas intestinais, como por exemplo, a atrofia das vilosidades, com consequente redução da absorção de nutrientes e energia (MODINA et al., 2019).

Assim, uma das prioridades ao desmame é estimular o consumo de ração, pois as evidências mostram que esse fator está intimamente relacionado a incidência de doenças, perdas de produtividade e consequente mortalidade (DONG; PLUSKE, 2007; DURÁN et al., 2019). Portanto, o manejo dos leitões durante o desmame é uma das tarefas mais desafiadoras na produção de suínos. Dessa forma, para minimizar os efeitos adversos do desmame e suas posteriores consequências, estratégias de manejo apropriadas, bem como o uso do *creep feeding* devem ser utilizados para maximizar o desempenho pós desmame (JAYARAMAN; NYACHOTI, 2017).

A utilização técnica de *creep feeding* é uma alternativa para leitões que estão em período de amamentação para familiarizá-los com a ração sólida antes do desmame. Há dados de que o consumo de ração durante a lactação tem um efeito positivo sobre o consumo e o desempenho no período inicial pós-desmame (KULLER et al., 2007; SULABO et al., 2010). Além disso, existe correlação positiva entre a ingestão de ração antes e depois do desmame (BERKEVELD et al., 2007; KULLER et al., 2004). Entretanto, o consumo de *creep feeding* durante a lactação é geralmente baixo e muito variável entre leitões.

WHITING e PASMA (2008) relataram que, com o desmame segregado a vocalização realizada pela mãe poderia ter grande influência e ser um impulso importante para estimular a alimentação de leitões com menos de 16 dias de idade. Logo, a proximidade dos leitões às porcas pode ser um fator importante para o bem-estar dos mesmos, visto que as mudanças ocorrerão de uma forma menos abrupta, fazendo do desmame estratégico uma alternativa para minimizar os impactos negativos dessa fase e garantir a produtividade dos leitões. Por esses motivos, objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito de diferentes estratégias de desmame sobre o desempenho, início do consumo de ração e permeabilidade intestinal de leitões no período pós desmame.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características do período de desmame

Na natureza, o desmame de suínos é um processo gradativo, que ocorre por volta de 10 a 12 semanas de idade, coincidindo com a maturação e desenvolvimento quase que completo do sistema epitelial, imunológico e nervoso do trato gastrointestinal (TGI). A intensificação e modernização da produção animal tem como consequência o aumento dos fatores estressantes e, dentre eles, o desmame se destaca como uma das fases mais importantes na suinocultura. Nos sistemas de produção atual, esse período é reduzido pelo manejo das granjas, ocorrendo precocemente entre 3 e 4 semanas de idade, coincidindo com o período de maior produção de leite pela matriz (DOUGLAS, 2014; MOESER; POHL; RAJPUT, 2017).

O desmame é um período considerado como um dos mais críticos e desafiadores, pois os leitões são submetidos a diferentes fontes de estresse. Ocorrem mudanças significativas como separação da mãe, mistura de lotes, adaptação às instalações e consumo de um alimento sólido (PLUSKE; HAMPSON; WILLIAMS, 1997; WEARY; JASPER; HÖTZEL, 2008). Todas essas alterações acontecem no momento em que os leitões estão mais vulneráveis por ainda possuírem um sistema imunológico imaturo, ineficiência na termorregulação, baixa capacidade digestiva e instabilidade da microbiota intestinal (LE DIVIDICH; HERPIN, 1994; LALLÈS et al., 2007; WANG et al., 2019).

Durante a amamentação, os leitões ingerem o leite da porca que é rico em gordura, lactose e caseína, sendo essa composição química, compatível com a fisiologia digestiva dos animais nesse período (LALLÈS et al., 2004). Ao serem desmamados, passam a ingerir um alimento sólido e seco, no entanto, não possuem sistema digestório adequadamente desenvolvido para o melhor aproveitamento desses nutrientes, refletindo em baixo consumo, e conseqüentemente, um baixo desempenho (LANGE et al., 2010; KIM et al., 2012).

Contudo, esse problema pode ser amenizado com o fornecimento de alimentos de maior preferência pelos leitões. Tal prática servirá como motivação para aumentar o consumo de alimento sólido, melhorando o bem-estar dos animais e reduzindo a ocorrência de diarreia, um problema sanitário bastante comum na fase de creche (JARVIS et al., 2008).

Devido todas as alterações que ocorrem ao desmame, é possível observar alta incidência de diarreia e redução do desempenho dos leitões no pós-desmame. A diarreia geralmente se mantém ao longo de duas semanas após esse período e representa um dos maiores problemas

econômicos na produção, refletindo em menor crescimento e elevada mortalidade (HEO et al., 2013).

Ainda, segundo Hayes et al., (2021) a resistência ao estresse tem implicações evidentes para a suinocultura, pois a capacidade limitada desses animais para lidar com os estressores de rotina pode afetar negativamente o bem-estar e a produtividade dos suínos. Essa resistência pode ser moldada por vários fatores ambientais no início da vida dos leitões, como o ambiente, o cuidado materno e as interações com os humanos.

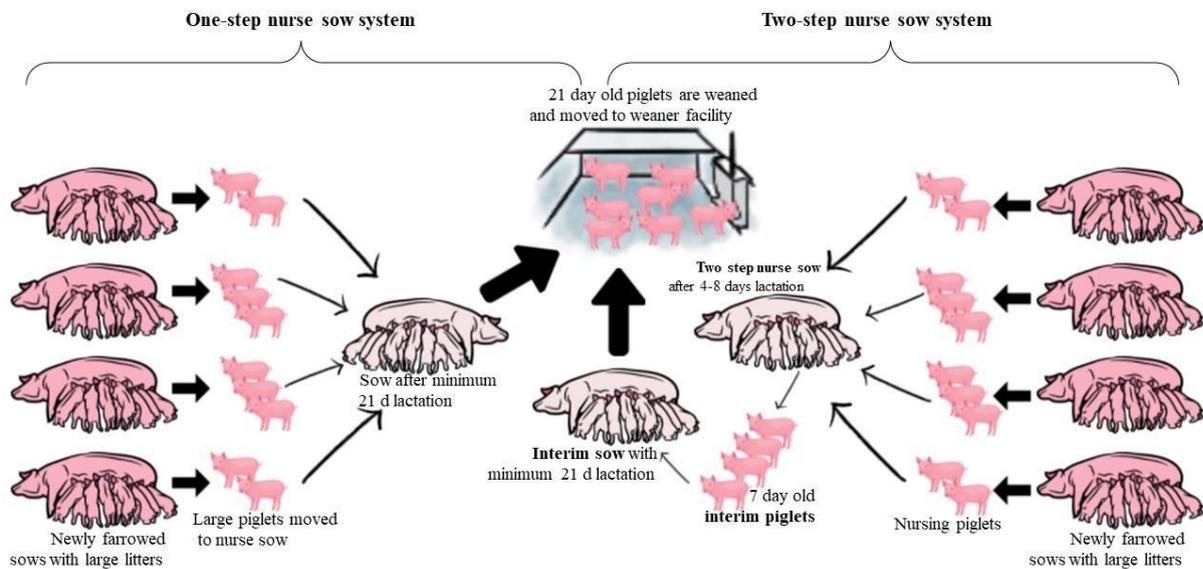
A fim de amenizar o estresse que os animais são submetidos no momento do desmame, melhorias tecnológicas vêm sendo inseridas nas instalações, nutrição e saúde. Porém, é necessário aprofundar os estudos sobre seus impactos sobre o sistema biológico do animal para melhorar a eficácia na implantação de novas tecnologias (CAMPBELL; CRENSHAW; POLO, 2013).

2.2 Idade e estratégias de desmame

A fim de aumentar a produtividade, a idade de desmame diminuiu ao longo dos anos na suinocultura intensiva, sendo que, atualmente, essa prática ocorre entre 21 a 28 dias. O desmame precoce, realizado na maioria das granjas, proporciona ganhos de produtividade com o aumento do número de leitões/porca/ano (BUTLER et al., 2008; YANG et al., 2016).

No entanto, em fêmeas hiperprolíficas, o tamanho da leitegada excede rotineiramente a capacidade das porcas de criar com sucesso todos os leitões, visto que o total de nascidos supera o número de tetos funcionais. Isso criou uma demanda por estratégias de manejo com a finalidade de aumentar a produção e o bem-estar dos leitões (AMDI et al., 2017). Algumas intervenções são usadas quando isso acontece, dentre elas estão; o manejo de mamada escalonada; transferência de leitões; o uso de estratégias de amamentação e desmame precoce, incluindo desmame segregado; e o uso de sistemas de criação artificiais, onde os leitões excedentes podem ser agrupados (Figura 1) (BAXTER et al., 2013).

Figura 1. Possíveis intervenções para grandes leitegadas.



Fonte: Adaptado de Baxter et al., 2013.

Schmitt et al., (2018), estabeleceram que a taxa de crescimento, consumo de ração e morbidade na fase de creche são altamente dependentes da idade de desmame. Além disso, estudos recentes têm mostrado que o peso ao desmame e a taxa de crescimento na primeira semana de creche têm um papel importante no desempenho subsequente (COLLINS et al., 2017; FACCIN et al., 2020).

De acordo com Moeser et al. (2007), a idade de desmame desempenha um papel crítico sobre a permeabilidade intestinal, o que pode comprometer a função de barreira e favorecer a translocação de patógenos. Ainda, ao avaliarem o desmame aos 19 e 28 dias de idade sobre a função intestinal 24 horas após o desmame, observaram que o desmame aos 19 dias induziu distúrbios agudos na permeabilidade intestinal marcados pela redução da resistência elétrica transepitelial (TER) e aumento do fluxo de manitol entre as junções firmes em comparação com leitões desmamados aos 28 dias.

A idade de desmame se correlaciona diretamente com a maturidade fisiológica dos leitões, e o baixo consumo de ração observado após o desmame pode ser minimizado utilizando diferentes estratégias de desmame que promovam uma melhor adaptação dos animais, diminuindo o estresse na fase inicial de creche (COLSON et al., 2006; FACCIN et al., 2018).

2.3 Características fisiológicas de leitões desmamados

2.3.1 Permeabilidade intestinal e sistema imune de leitões ao desmame

No momento do desmame, ocorrem diversas alterações enzimáticas, morfológicas e inflamatórias no TGI dos leitões. Conhecer as funções fisiológicas e as alterações que ocorrem durante esse processo são de extrema importância para buscar alternativas que minimizem os impactos negativos (PLUSKE, 2013).

O epitélio intestinal é constituído por células epiteliais colunares de camada única seladas pelas *tight junctions*, que são formadas por uma série de proteínas juncionais como por exemplo as claudinas, ocludinas e *zonula occludens*. Entre as proteínas de membrana, a ocludina e claudina-1 são as mais importantes e críticas na organização estrutural e funcional das junções firmes. A ocludina é apontada como a primeira proteína de membrana integral e tem funções importantes na manutenção da integridade e função de barreira. As junções firmes regulam a passagem paracelular de íons, solutos e água, funcionando como uma barreira contra substâncias nocivas, incluindo bactérias patogênicas e alimentos alergênicos (YU et al., 2014; LEE; KIM, 2020).

O estresse provocado pelo desmame tem capacidade de alterar os processos normais de desenvolvimento da barreira intestinal, principalmente pelo aumento da permeabilidade, provocando o “relaxamento” das junções firmes. A causa pode estar associada a mediadores relacionados ao estresse, como o fator liberador de corticotrofina (CRF) e cortisol, que se apresentam aumentados na circulação de leitões após o desmame, alterando a permeabilidade intestinal (MOESER et al., 2017). O estresse tem papel importante na interação dos mastócitos e a sinalização de receptores de CRF localizados no intestino, provocando disfunções imediatas e de longo prazo na barreira intestinal (MCLAMB et al., 2013).

O trato gastrointestinal é o maior órgão imunológico do corpo, sendo um local complexo, principalmente após o desmame, devido a fatores como, separação dos leitões das mães, a mudança de instalação, a imposição de uma nova hierarquia e uma alteração abrupta da dieta, que passa de líquida para sólida, baseada em cereais menos digestíveis (ZHAXI et al., 2020; RODRIGUES et al., 2020).

De acordo com Lippolis (2008), há duas categorias que classificam o sistema imune, imunidade inata sendo reconhecida como a primeira linha de defesa do corpo possuindo uma resposta rápida com baixa especificidade e sem memória; e imunidade adquirida, em que o

sistema imune detecta antígenos, através do reconhecimento de receptores expressos na superfície das células B e T.

O sistema imunológico adquirido dos leitões ao nascimento é imaturo, portanto, estes são mais suscetíveis a infecções (LI et al., 2019). Ao desmame ocorre um aumento da exposição dos animais a ambientes com maior presença de patógenos, toxinas e antígenos, os quais comprometem a funcionalidade do sistema imune da mucosa intestinal, ocasionando inflamação crônica e reduzindo a função digestiva (JANSMAN, 2016).

A função imune intestinal e as respostas inflamatórias também estão relacionadas a citocinas pró-inflamatórias, como fator de necrose tumoral α (TNF- α), interleucina-1 β (IL-1 β) e interleucina-6 (IL-6) e citocinas anti-inflamatórias, como a interleucina-10 (IL-10) (QIU et al., 2020). O aumento na expressão de citocinas pró-inflamatórias no intestino está relacionada com infecções entéricas em leitões após o desmame. Ainda, a produção exacerbada dessas citocinas pode influenciar negativamente a integridade e função intestinal (HU et al., 2013). Durante uma infecção, as citocinas pró-inflamatórias como IL-6 e TNF- α , desempenham um papel fundamental na elaboração de uma resposta imune. Porém, a sua produção exagerada tem efeitos prejudiciais sobre o crescimento e a saúde dos animais (SPURLOCK, 1997).

2.3.2 Microbiota intestinal no período pós desmame

A microbiota intestinal possui funções biológicas no crescimento e no desenvolvimento digestivo. Além disso, contribui para a eficiência da utilização dos alimentos, desempenha um papel importante no metabolismo, na resistência dos patógenos e no desenvolvimento da imunidade. Dessa forma, promove um ambiente intestinal saudável, reduzindo a ação de fatores anti-nutricionais e de toxinas (LEE; HASE, 2014; LIANG; WU; JIN, 2018).

A composição da microbiota intestinal se tornou alvo de diversas pesquisas com o objetivo de facilitar a compreensão sobre sua função na saúde animal. Essa composição não é considerada estática e se altera ao longo do tempo através de uma sucessão de microrganismos que finaliza em uma comunidade mais estável (PALMER et al., 2007). Após o estabelecimento dessa comunidade, ocorrem alterações contínuas na composição da microbiota em resposta aos microrganismos presentes em diferentes ambientes, doenças e estresse, assim como a composição nutricional da dieta (ISAACSON; KIM, 2012).

A partir do nascimento inicia-se a colonização intestinal, moldada pelo consumo do colostro, contendo imunoglobulinas e outras substâncias que afetam o desenvolvimento do sistema imunológico dos leitões (LASKOWSKA; JAROSZ; GRĄDZKI, 2019). Além disso, a

lactose presente no leite materno fornece um aporte nutricional para a população de bactérias que colonizam o intestino dos leitões, construindo assim, uma microbiota voltada para o leite como substrato. A microbiota se estabelece através do contato com o ambiente e fezes maternas, e o seu desenvolvimento está sujeito a influência de fatores, como pH, disponibilidade de oxigênio, e a dieta (FRESE et al., 2015).

A alteração no equilíbrio da microbiota intestinal é conhecida como disbiose, sendo um fator importante para desencadear distúrbios intestinais como por exemplo, diarreia associada a presença de patógenos (MINAMOTO et al., 2014; WARD et al., 2016).

2.4 Estratégias para estimular o consumo de ração pós desmame

O desmame é considerado o período mais crítico na produção de suínos devido ao baixo consumo de ração, distúrbios gastrintestinais, e prejuízos na integridade intestinal bem como no crescimento dos animais. Estratégias para promover a aceitação precoce de alimentos, evitando a neofobia após o desmame são uma prioridade para maximizar o consumo de ração (VILLAGÓMEZ-ESTRADA et al., 2020).

De acordo com Liu et al. (2013), em resposta a esses eventos estressantes, ocorre uma queda no consumo de ração nas duas primeiras semanas de creche. Assim, algumas funções fisiológicas do TGI não são modificadas com a rapidez necessária para acompanhar as mudanças e manter o desempenho do leitão. Segundo Yang et al. (2016) e Rodrigues et al. (2020), atrofia de vilosidades, deterioração das funções de barreira e absorção de eletrólitos, além de distúrbios de secreção são desencadeados, resultando em aumento da suscetibilidade a agentes infecciosos gerando sinais clínicos, como por exemplo, diarreia e redução da ingestão de alimentos.

Normalmente, os leitões nos dois primeiros dias de creche perdem até 10% do peso vivo e, geralmente até o sétimo dia após o desmame este peso não é totalmente recuperado (DUNSHEA, 2003). A relação entre ganho e perda de peso é altamente variável nesta fase, podendo ser comprovado ao comparar os últimos dias de lactação, onde os leitões apresentam uma taxa de crescimento de 200 a 300 gramas por dia e podem apresentar um período com um ganho de peso muito baixo, ou em alguns casos a perda de peso logo após o desmame (BROOKS; TSOURGIANNIS, 2003).

Bruininx et al. (2001), confirmam a variação no período entre o desmame e o momento do primeiro consumo de ração, com aproximadamente 10% dos leitões demorando mais de 40

horas para apresentar hábito de consumo e alguns levando quase 100 horas para tal. Além disso, a ingestão por parte dos leitões no período noturno é praticamente nula.

Uma vez que os ambientes de criação para produção comercial são em instalações limitadas com diferentes condições naturais, faz-se necessário a busca por estratégias que estimulem o comportamento alimentar natural de leitões criados nesses locais, facilitando a sua transição para a creche. Um dos exemplos de estratégias nesse período é o fornecimento de ração, visto que o consumo de ração sólida ainda na maternidade está correlacionado com o consumo pós desmame (STOLBA; WOOD-GUSH, 1989; MIDDELKOOP et al., 2019).

A dieta utilizada no *creep feeding* é altamente palatável e de fácil digestão ofertada normalmente aos leitões a partir da primeira semana de lactação. Existe variação na formulação das dietas de uma fábrica de ração para outra, utilizando ingredientes altamente palatáveis combinados com diferentes processos tecnológicos (SOLÀ-ORIO, 2011). O *creep feeding* é uma das estratégias mais comuns para a inclusão precoce de alimentos sólidos na dieta, visando promover uma transição adequada ao desmame além de contribuir para a redução da variabilidade do peso corporal dos leitões na creche.

Essa estratégia tem sido utilizada para preencher a lacuna entre as crescentes necessidades de nutrientes dos leitões no período de lactação, bem como adaptá-los à nova alimentação pós desmame (YAN et al., 2011; LEE; KIM, 2018). Klindt (2003), relatou que o fornecimento do *creep feeding* duas semanas antes do desmame resultou em maiores ganhos de peso diário, em relação ao fornecimento apenas dois dias antes do desmame. Porém, Sulabo et al. (2010) forneceram o *creep feeding* por períodos mais longos e não encontraram diferenças significativas quanto às variáveis de desempenho. Por outro lado, este fornecimento estimulou o consumo de ração no período pré-desmame. Ocorre uma limitação de evidências sobre o efeito da duração ideal do *creep feeding*, sobre o crescimento, escore fecal de leitões e estímulo para o consumo de ração (LEE; KIM, 2018).

De acordo com Kuller et al. (2010), a ingestão de *creep feeding* é muito baixa durante a lactação. Assim, estimular o comportamento exploratório e a aceitação de *creep feeding* dos leitões durante a lactação seria benéfico. O *creep feeding* é especialmente favorável para leitões de grandes leitegadas (BARNETT et al., 1989), como ocorre com as atuais fêmeas suínas hiperprolíficas, bem como para longas lactações. Além disso, os leitões com maiores visitas ao *creep feeding* podem se familiarizar mais facilmente com a dieta sólida e aumentar o consumo logo após o desmame (BRUININX et al., 2002; SOLÀ-ORIO et al., 2014).

Leitões com acesso a *creep feeding* enquanto lactentes têm estômagos mais pesados e maior capacidade de produção de ácido clorídrico (HCl) e pepsina do que leitões que não recebem esse manejo, sugerindo desenvolvimento induzido por dieta do trato gastrointestinal. Isso deve permitir que os leitões se adaptem ao desmame mais prontamente e aumentem o consumo de ração e o ganho de peso no período pós-desmame; apesar disso, os resultados ainda têm se mostrado inconsistentes (LEE et al., 2021).

Outra estratégia que pode ter uma resposta positiva é separar temporariamente os leitões da porca antes do desmame. Essa técnica permite que os leitões se familiarizem mais com os alimentos sólidos, o que causa um aumento no consumo de ração antes do desmame e uma melhoria no crescimento após o desmame. No entanto, o ato de separação materna repetida durante a lactação em aspectos da resposta ao estresse dos leitões é uma preocupação potencial para o bem-estar (TURPIN et al., 2016).

Assim, algumas adaptações são necessárias para amenizar esse efeito negativo. Diferentes estratégias de desmame, como por exemplo o desmame antecipado estratégico ou desmame segregado podem ser benéficos, uma vez que os leitões continuarão tendo contato auditivo com as fêmeas e permanecerão no ambiente de lactação por mais tempo, tendo assim melhores resultados de peso ao desmame e melhores índices de desempenho pós-desmame devido ao melhor consumo de ração (O'CONNELL et al., 2005; ADELEYE; GUY; EDWARDS, 2014).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período pós desmame é considerado um dos mais críticos e desafiadores, no qual os animais são geralmente expostos a estressores ambientais, sociais e psicológicos que têm efeitos diretos ou indiretos no comportamento, saúde intestinal e desempenho geral. Além disso, uma grande parcela de leitões permanece por períodos prolongados com baixo consumo de ração, podendo impactar negativamente a saúde geral destes. Diante desse cenário, o desafio na fase de creche é fazer com que os animais se adaptem a essas mudanças rapidamente, sem que haja uma queda no desempenho dos mesmos. Assim, diferentes estratégias de desmame podem reduzir o estresse, estimular o consumo de ração no período pós desmame e consequentemente promover melhor desempenho e saúde intestinal na fase de creche em comparação ao desmame convencional.

REFERÊNCIAS

- ADELEYE, O. O.; GUY, J. H.; EDWARDS, S. A. Exploratory behaviour and performance of piglets fed novel flavoured creep in two housing systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 191, p. 91-97, 2014.
- AMDI, C. et al. Comparable cortisol, heart rate and milk let-down in nurse sows and non-nurse sows. **Livestock Science**, v.198, p.174-181, 2017.
- BARNETT, K. L. et al. Characterization of creep feed consumption and its subsequent effects on immune response, scouring index and performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 67, n. 10, p. 2698-2708, 1989.
- BAXTER, E. M. et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. **Animal Welfare**, v.22, p.219-238, 2013.
- BERKEVELD, M. et al. **Postweaning growth check in pigs is markedly reduced by intermittent suckling and extended lactation**, p. 258–266, 2007.
- BROOKS, P. H.; TSOURGIANNIS, C. A. Factors affecting the voluntary feed intake of the weaned pig. In: Pluske JR, Le Dividich J., Verstegen MWA, editors. The weaning pig: concepts and consequences. Wageningen. The Netherlands: **Wageningen Academic Publishers**, p. 81-116, 2003.
- BRUININX, E. M. A. M. et al. Individually measured feed intake characteristics and growth performance of group-housed weanling pigs: effects of sex, initial body weight, and body weight distribution within groups. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 301–308, 2001.
- BUTLER, J. et al. Immunoglobulins, antibody repertoire and B cell development. **Developmental & Comparative Immunology**, v. 33, p. 121–333, 2008.
- CAMPBELL, J. M.; CRENSHAW, J. D.; POLO, J. The biological stress of early weaned piglets. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 2–5, 2013.
- COLLINS, C. L. et al. Post-weaning and whole-of-life performance of pigs is determined by live weight at weaning and the complexity of the diet fed after weaning. **Animal Nutrition**, n.3, p.372–379, 2017.
- COLSON, V.; ORGEUR, P.; FOURY, A.; MORMÈDE, P. Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 98, n. 1–2, p. 70–88, 2006.
- DONG, G. Z.; PLUSKE, J. R. The low feed intake in newly-weaned pigs: Problems and possible solutions. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 3, p. 440–452, 2007.
- DOUGLAS, S. L. Management and nutritional strategies to improve the postnatal performance of light weight pigs. School of Agriculture. **Food and Rural Development**. Newcastle University, Newcastle, p. 141, 2014.

DUNSHEA, F. R. et al. Lifetime and post-weaning determinants of performance indices of pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 54, n. 4, p. 363-370, 2003.

DURÁN, E. et al. Development of edible environmental enrichment objects for weaned pigs. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 34, p. 7–12, 2019.

FACCIN, J. E. G. et al. **Avanços em Sanidade, Produção e Reprodução de Suínos III. Idade do leitão ao desmame e seu desempenho subsequente: Onde está o ponto de corte?** 1ed. Porto Alegre: UFRGS Gráfica, p. 151-160, 2018.

FACCIN, J. E. G. et al. Impact of increasing weaning age on pig performance and belly nosing prevalence in a commercial multisite production system. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 4, p. 31, 2020.

FRESE, S. A. et al. Diet shapes the gut microbiome of pigs during nursing and weaning. **Microbiome**, v. 3, n. 1, p. 1-10, 2015.

HAYES, M. E. et al. Positive Human Contact and Housing Systems Impact the Responses of Piglets to Various Stressors. **Animals**, v. 11, 2021.

HEO, J. M. et al. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 97, n. 2, p. 207- 237, 2013.

HU, C. H. et al. Early weaning increases intestinal permeability, alters expression of cytokine and tight junction proteins, and activates mitogen-activated protein kinases in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1094-1101, 2013.

ISAACSON, R.; KIM, H., B. The intestinal microbiome of the pig. **Animal Health Research Reviews**, v. 13, n. 1, p. 100-109, 2012.

JANSMAN, A. et al. Lowering the dietary protein content in piglets: How far can we go. In: **Energy and protein metabolism and nutrition: 5th EAAP International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition**, p. 161-162, 2016.

JARVIS, S. et al. Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, n. 1–2, p. 166- 181, 2008.

JAYARAMAN, B.; NYACHOTI, C. M. Husbandry practices and gut health outcomes in weaned piglets: A review. **Animal Nutrition**, v. 3, n. 3, p. 205–211, 2017.

Ji, F. J. et al. Review: The roles and functions of glutamine on intestinal health and performance of weaning pigs. **Animal**, v. 13, n. 11, p. 2727–2735, 2019.

KIM, H. B. et al. Longitudinal investigation of the age-related bacterial diversity in the feces of commercial pigs. **Veterinary Microbiology**, v. 153, n. 1-2, p. 124-133, 2011.

KIM, J. C. et al. Nutrition and pathology of weaned pigs: Nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. **Animal Feed Science and Technology**, v. 173, p. 3-16, 2012.

KLINDT, J. Influence of litter size and creep feeding on preweaning gain and influence of preweaning growth on growth to slaughter in barrows. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 10, p. 2434-2439, 2003.

KULLER, W. I. et al. Creep feed intake during lactation enhances net absorption in the small intestine after weaning. **Livestock Science**, v. 108, n. 1-3, p. 99-101, 2007.

KULLER, W. I. et al. Intermittent suckling: Effects on piglet and sow performance before and after weaning. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 2, p. 405 - 413, 2004.

KULLER, W. I.; TOBIAS, T. J.; VANNES, A. Creep feed intake in unweaned piglets is increased by exploration stimulating feeder. **Livestock Science**, v. 129, n. 1-3, p. 228-231, 2010.

LALLÈS, J. P. et al. **Gut function and dysfunction in young pigs: physiology**. v. 53, p. 301-316, 2004.

LALLÈS, J. P. et al. Weaning - A challenge to gut physiologists. **Livestock Science**, v. 108, n. 1-3, p. 82-93, 2007.

LANGHE, C. F. M. et al. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. **Livestock Science**.134, p. 124-134, 2010.

LASKOWSKA, E.; JAROSZ, Ł.; GRĄDZKI, Z. Effect of multi-microbial probiotic formulation Bokashi on pro-and anti-inflammatory cytokines profile in the serum, colostrum and milk of sows, and in a culture of polymorphonuclear cells isolated from colostrum. **Probiotics and antimicrobial proteins**, v. 11, n. 1, p. 220-232, 2019.

LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P. Effects of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. **Livestock Production Science**, v. 38, n. 2, p. 79-90, 1994.

LEE, S. I.; KIM, I. H. Eckol alleviates intestinal dysfunction during suckling-to-weaning transition via modulation of PDX1 and HBEGF. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 13, p. 1-19, 2020.

LEE, W.J; HASE, K. Gut microbiota-generated metabolites in animal health and disease. **Nature chemical biology**, v. 10, n. 6, p. 416-424, 2014.

LEE, S. A.; FEBERY, E.; WILCOCK, P.; BERDFORD, M. R. Application of creep feed and phytase super-dosing as tools to support digestive adaptation and feed efficiency in piglets. **Animals**, v. 11, 2021.

LIANG, S.; WU, X.; JIN, F. Gut-brain psychology: rethinking psychology from the microbiota-gut-brain axis. **Frontiers in integrative neuroscience**, v. 12, p. 33, 2018.

- LI, NING-YA et al. Impact of Maternal Selenium Supplementation from Late Gestation and Lactation on Piglet Immune Function. **Biological Trace Element Research**, 2019.
- LIPPOLIS, J. D. Immunological signaling networks: integrating the body's immune response. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 14 Suppl, p. 53–63, 2008.
- LIU, Y. et al. Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of weaned pigs experimentally infected with a pathogenic Escherichia coli. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5294-5306, 2013.
- MCLAMB, B. L. et al. Early weaning stress in pigs impairs innate mucosal immune responses to enterotoxigenic E. coli challenge and exacerbates intestinal injury and clinical disease. **PLOS One**, v. 8, n. 4, p. e59838, 2013.
- MIDDELKOOP, A. et al. Feed intake of the sow and playful creep feeding of piglets influence piglet behaviour and performance before and after weaning. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2019.
- MINAMOTO, Y. et al. Prevalence of Clostridium perfringens, enterotoxin and dysbiosis in fecal samples of dogs with diarrhea. **Veterinary microbiology**, v. 174, n. 3-4, p. 463-473, 2014.
- MODINA, S. C. et al. Nutritional regulation of gut barrier integrity in weaning piglets. **Animals**, v. 9, n. 12, p. 1–15, 2019.
- MOESER, A. J. et al. Gastrointestinal dysfunction induced by early weaning is attenuated by delayed weaning and mast cell blockade in pigs. **American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology**, v. 293, n. 2, p. 413-421, 2007.
- MOESER, A. J.; POHL, C. S.; RAJPUT, M. Weaning stress and gastrointestinal barrier development: Implications for lifelong gut health in pigs. **Animal Nutrition**, v. 3, n. 4, p. 313–321, 2017.
- MORMÈDE, P.; HAY, M. **Behavioural changes and adaptations associated with weaning. Weaning the pig: concepts and consequences**, p. 51-59, 2003.
- O'CONNELL, N. E. et al. Influence of individual predisposition, maternal experience and lactation environment on the responses of pigs to weaning at two different ages. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 90, n. 3-4, p. 219-232, 2005.
- PALMER, C. et al. Development of the human infant intestinal microbiota. **PLOS Biology**, v. 5, n. 7, p. 177, 2007.
- PLUSKE, J. R. Feed and feed additives related aspects of gut health and development in weanling pigs. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 1–7, 2013.
- PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: A review. **Livestock Production Science**, v. 51, n. 1–3, p. 215–236, 1997.

- QIU, S. et al. Toxic effects of glyphosate on intestinal morphology, antioxidant capacity and barrier function in weaned piglets. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 187, p. 109-846, 2020.
- RODRIGUES, L. M. et al. Benzoic acid combined with essential oils can be an alternative to the use of antibiotic growth promoters for piglets challenged with *E. coli* f4. **Animals**, v. 10, n. 11, p. 1–17, 2020.
- SCHIMITT, O. et al. Nurse sow strategies in the domestic pig: I. consequences for selected measures of sow welfare. **Animal**, p. 1-10, 2018.
- SOLÀ-ORIO, D.; ROURA, E.; TORRALLARDONA, D. Feed preference in pigs: Effect of selected protein, fat, and fiber sources at different inclusion rates. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 10, p. 3219-3227, 2011.
- SPURLOCK, M. E. Regulation of metabolism and growth during immune challenge: an overview of cytokine function. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 7, p. 1773-1783, 1997.
- STOLBA, A.; WOOD-GUSH, D. G. M. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. **Animal Science**, v. 48, n. 2, p. 419-425, 1989.
- SULABO, R. C. et al. Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 9, p. 3145-3153, 2010.
- TURPIN, D. L. et al. Intermittent suckling causes a transient increase in cortisol that does not appear to compromise selected measures of piglet welfare and stress. **Animals**, v. 6, n. 3, p. 24, 2016.
- VILLAGÓMEZ-ESTRADA, S. et al. Dietary preference of newly weaned pigs and nutrient interactions according to copper levels and sources with different solubility characteristics. **Animals**, v. 10, n. 7, p. 1–12, 2020.
- WANG, T. et al. *Lactobacillus plantarum* PFM 105 promotes intestinal development through modulation of gut microbiota in weaning piglets. **Frontiers in Microbiology**, v. 10, 2019.
- WARD, D. V. et al. Metagenomic sequencing with strain-level resolution implicates uropathogenic *E. coli* in necrotizing enterocolitis and mortality in preterm infants. **Cell Reports**, v. 14, n. 12, p. 2912-2924, 2016.
- WEARY, D. M.; JASPER, J.; HÖTZEL, M. J. Understanding weaning distress. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, n. 1–2, p. 24 – 41, 2008.
- WHITING, T. L.; PASMA, T. Isolated weaning technology: humane benefits and concerns in the production of pork. **The Canadian Veterinary Journal**, v. 49, n. 3, p. 293, 2008.
- XIONG, X. et al. Nutritional intervention for the intestinal development and health of weaned pigs. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 1–14, 2019.
- YANG, H. et al. Effects of weaning on intestinal upper villus epithelial cells of piglets. **PLOS One**, v. 11, n. 3, p. 1–20, 2016.

YAN, L.; JANG, H. D.; KIM, I. H. Effects of varying creep feed duration on pre-weaning and post-weaning performance and behavior of piglet and sow. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 24, n. 11, p. 1601-1606, 2011.

YU, Changsong et al. Effect of glucagon-like peptide 2 on tight junction in jejunal epithelium of weaned pigs through MAPK signaling pathway. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 5, p. 733, 2014.

ZHANG, J.; AN, J. Cytokines, inflammation and pain. **International Anesthesiology Clinics**, v. 45, n. 2, p. 27, 2007.

ZHAXI, Y. et al. Duan-Nai-An, A Yeast Probiotic, Improves Intestinal Mucosa Integrity and Immune Function in Weaned Piglets. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2020.

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

Scientia Agricola

**Desempenho e saúde intestinal de leitões, submetidos a diferentes
estratégias de desmame**

Caroline Beatriz de Sousa Faria*, Vinícius de Souza Cantarelli

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de diferentes estratégias de desmame sob as variáveis de desempenho e saúde intestinal de leitões na fase de creche. O experimento foi conduzido no Centro de Pesquisa da Animalnutri (AUMA), em Patos de Minas – MG, realizado em duas etapas, nas fases de maternidade e creche. Foram utilizadas 27 fêmeas entre a primeira e nona ordens de parto e suas respectivas leitegadas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com três tratamentos: desmame antecipado estratégico (DAE), desmame segregado estratégico (DSE) e desmame convencional (DC) com nove repetições cada, tendo a baía como unidade experimental. Foram avaliados parâmetros de desempenho, incidência de diarreia, início do hábito de consumo, e permeabilidade intestinal. Durante todo o período experimental os animais do tratamento DSE tiveram um maior ganho de peso em comparação aos demais tratamentos ($P=0,0016$) e os animais do DSE e DC apresentaram maior GPD em comparação aos animais do DAE. Foi possível observar uma menor incidência de diarreia nos animais do DAE, quando comparado aos demais tratamentos ($P<0,05$). Quanto ao início do hábito de consumo, houve uma menor porcentagem de animais consumindo durante as primeiras horas após o desmame do tratamento DC ($P<0,05$) em comparação aos demais. Relacionado a permeabilidade intestinal, os animais do tratamento DC apresentaram maior permeabilidade intestinal em comparação aos animais do tratamento DAE três dias após o desmame ($P<0,05$). As diferentes estratégias de desmame investigadas na presente pesquisa proporcionam melhor adaptação e estimulam o início do hábito de consumo de ração pelos leitões na transferência para a creche, além de amenizar os desafios que os animais sofrem neste período.

Palavras-chave: Consumo de ração. Desmame estratégico. Estresse. Permeabilidade intestinal.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of different weaning strategies on the performance and intestinal health variables of piglets in the nursery phase. The experiment was conducted at the Animalnutri Research Center (AUMA), in Patos de Minas - MG, carried out in two stages, in the maternity and day care phases. Twenty-seven females between the first and ninth parturition order and their respective litters were used. The experimental design was in randomized blocks (DBC) with three treatments: strategic early weaning (DAE), strategic segregated weaning (DSE) and conventional weaning (DC) with nine replications each, with the bay as an experimental unit. Performance parameters, incidence of diarrhea, onset of consumption, and intestinal permeability were evaluated. During the entire experimental period, the animals in the DSE treatment had a higher compared to the other treatments ($P=0.0016$) and the animals in the DSE and DC showed a higher GPD compared to the animals in the DAE. It was possible to observe a lower incidence of diarrhea in animals from the DAE, when compared to the other treatments ($P<0.05$). As for the beginning of the consumption habit, there was a difference for the DC treatment ($P<0.05$), since a lower percentage of animals was found consuming during the first hours after weaning. Related to the intestinal permeability variable, a difference was observed three days after weaning from the DAE treatment, since the animals from the DC treatment had greater intestinal permeability compared to the animals from the DAE treatment ($P<0.05$). The different weaning strategies investigated in this research provide better adaptation and encourage the initiation of feed consumption by piglets when transferred to the nursery, in addition to alleviating the challenges that the animals suffer during this period.

Keywords: Feed consumption. Strategic weaning. Stress. Intestinal permeability.

71 1. INTRODUÇÃO

72 A seleção genética melhorou o desempenho reprodutivo das fêmeas suínas nas últimas
73 décadas, aumentando significativamente o número de leitões nascidos e desmamados (Kemp et
74 al., 2018). No entanto, numerosas leitegadas representam grandes desafios para o bem-estar de
75 leitões e da matriz suína. Uma das primeiras consequências que podem ser observadas é que o
76 número de leitões nascidos vivos tem se demonstrado superior ao número de tetos funcionais
77 (Schmitt et al., 2019). Com o aumento desse número, a idade de desmame tende a sofrer uma
78 redução devido às limitações de espaço nas instalações da maternidade e aumento do manejo
79 de mães de leite (Baxter et al., 2020).

80 O período pós desmame é considerado um dos mais críticos e desafiadores, pois os
81 leitões são submetidos a diferentes fontes de estresse. Durante este período, os animais são
82 geralmente expostos a estressores ambientais, sociais e psicológicos, além de uma grande
83 parcela dos leitões permanecer por períodos prolongados com um baixo consumo de ração,
84 impactando negativamente no comportamento, saúde intestinal e desempenho geral dos animais
85 (Bruininx et al., 2002; Kobek-Kjeldager et al., 2021).

86 Em função disso, há grandes oportunidades no campo da ciência e produção de suínos
87 no desenvolvimento de estratégias de manejo e alimentação afim de amenizar os prejuízos
88 recorrentes nessa fase, proporcionando melhor desempenho e a saúde intestinal em leitões
89 desmamados (Liao, 2021).

90 Uma dessas oportunidades são as estratégias de desmame, que consistem em desmamar
91 os leitões precocemente, deixando-os na mesma instalação, mantendo contato auditivo com as
92 mães e estimulando o início do hábito de consumo. Esse manejo pode ter um efeito positivo
93 para o bem-estar e desempenho dos animais, visto que as mudanças ocorrem de maneira menos
94 abrupta, facilitando a adaptação dos animais ao serem transportados para as instalações de
95 creche.

96 Assim, diferentes estratégias de desmame podem reduzir o estresse, estimular o
97 consumo de ração no período pós desmame e consequentemente promover melhor desempenho
98 e saúde intestinal na fase de creche em comparação ao desmame convencional. Dessa forma,
99 o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes estratégias de desmame sob as
100 variáveis de desempenho, o início do hábito de consumo e saúde intestinal de leitões no período
101 pós desmame.

102

103

104 2. MATERIAL E MÉTODOS

105 O projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais -
106 CEUA, da Universidade Federal de Lavras – UFLA sob o protocolo n° 047/21.

107

108 2.1 Animais, instalações e delineamento experimental

109 O estudo foi conduzido nos setores de maternidade e creche do Centro de Pesquisa de
110 Suínos Animalnutri & Auma Negócios, localizado no município de Patos de Minas, no estado
111 de Minas Gerais, Brasil.

112 O galpão de maternidade utilizado neste estudo era climatizado, provido de salas
113 contendo celas parideiras com dimensão de 3,5 x 1,7 metros e escamoteadores com dimensão
114 de 0,8 x 1,7 metros, dotados de piso aquecido por resistência elétrica para a manutenção da
115 temperatura dos leitões. Todas as baias eram equipadas com comedouro semi-automático,
116 bebedouro tipo chupeta para as matrizes e bebedouro tipo concha para os leitões.

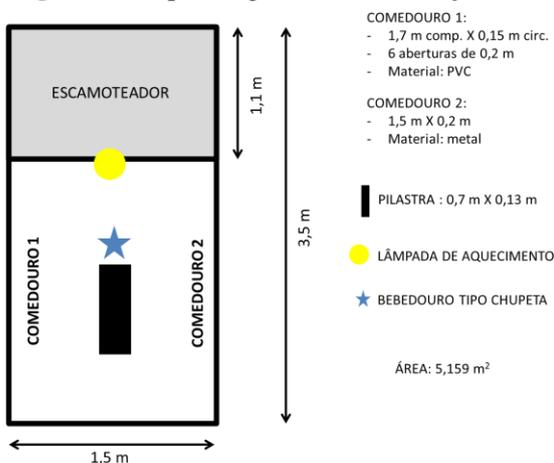
117 Os berçários possuíam uma capacidade de alojamento de até três leitegadas cada (em
118 torno de 43 a 45 leitões), com dimensão de 1,5 x 3,5 metros e escamoteadores com dimensão
119 de 1,1 x 1,7 metros, dotados de comedouros adaptados com canos de policloreto de vinila (PVC)
120 e metal e os bebedouros eram do tipo chupeta (Figura 1).

121 O galpão de creche era composto por baias equipadas com piso ripado, comedouros
122 semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta. O controle da temperatura foi realizado através
123 do manejo manual das janelas laterais.

124

125

Figura 1. Esquema gráfico da instalação de berçário



126

127

128

129

Fonte: Os autores (2021).

130 Durante a fase de maternidade foram utilizadas 27 leitegadas provenientes de matrizes
131 suínas multíparas de mesma linhagem comercial, de 1ª a 9ª ordem de parto, com uma boa
132 condição corporal. Para a segunda etapa experimental, foram selecionados 10 leitões (machos
133 castrados e fêmeas) de cada matriz, totalizando em 254 leitões, sendo 85 nos tratamentos
134 desmame antecipado estratégico (DAE) e desmame segregado estratégico (DSE) e 84 no
135 desmame convencional (DC).

136 O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), sendo
137 utilizado três tratamentos com nove repetições cada, totalizando 27 parcelas experimentais. Na
138 maternidade cada unidade experimental foi representada por uma leitegada, enquanto na creche
139 cada parcela experimental foi representada por uma baia composta por 6 ou 7 animais,
140 totalizando 13 repetições neste período.

141 O critério para formação dos blocos foi a ordem de parto das matrizes, o número médio
142 de leitões por fêmea, idade média dos leitões no momento da blocagem e o peso médio da
143 leitegada. Os tratamentos utilizados foram: desmame antecipado estratégico (DAE), aos 16 dias
144 com transferência dos leitões para o berçário e as fêmeas destinadas a mães de leite; desmame
145 segregado estratégico (DSE), aos 21 dias com transferência das fêmeas para gestação e
146 permanência dos leitões da gaiola e desmame convencional (DC) aos 24 dias, como tratamento
147 controle, todos os animais de todos os tratamentos foram transferidos para a creche aos 24º dia.
148

149 **2.2 Manejo alimentar e procedimentos experimentais**

150 Todos os animais receberam *creep feeding* a partir do sétimo dia de idade, independente
151 do tratamento. O manejo alimentar dos leitões do berçário (DAE) seguiu o protocolo padrão da
152 granja, sendo fornecido ração pré-inicial I e uma mistura de sucedâneo diluído em água (1kg
153 de ração: 2,400L de água). Além disso, após o desmame do tratamento DAE, aos 16 dias, a
154 mistura foi fornecida a todos os animais dos demais tratamentos.

155 Todas as dietas foram formuladas para atender ou exceder às exigências nutricionais
156 seguindo as recomendações de Rostagno et al., (2017). Água e ração foram fornecidas *ad*
157 *libitum*, durante o período experimental de 45 dias. O período experimental na fase de creche
158 teve duração de 21 dias, e foi dividido em três fases, pré-inicial I (0 a 7 dias), pré-inicial II (7 a
159 14 dias) e inicial I (14 a 21 dias).

160 Os animais foram acompanhados desde o nascimento para rastreabilidade da idade e
161 acompanhamento de todos os manejos realizados antes da blocagem. Para isso foram
162 identificados individualmente com brincos de cores diferentes de acordo com a data de

163 nascimento, o que permitiu o acompanhamento durante todo o período experimental. Ao 15°
164 dia de lactação, ocorreu a blocagem do experimento, onde as matrizes e suas respectivas
165 leitegadas passaram por seleção a partir da observação da ordem de parto das fêmeas, número
166 de leitões por fêmea, idade média e pesagem individual dos leitões.

167 Ao 16° dia de lactação os leitões pertencentes ao DAE foram desmamados e transferidos
168 para as instalações de berçário, onde foram alojadas três leitegadas por berçário de acordo com
169 o peso médio mais próximo e as matrizes foram destinadas ao manejo de mãe de leite em outros
170 galpões de maternidade e permaneceram nessas instalações até 24° dia. Não foram utilizadas
171 as leitegadas de fêmeas avós e bisavós, pois estas não são utilizadas como mães de leite.

172 Ao 20° dia de lactação todos os leitões foram pesados individualmente e ao 21° ocorreu
173 o desmame dos leitões do DSE com transferências das fêmeas para o setor de gestação.
174 Entretanto, estes permaneceram na baia até o 24° dia de idade, quando foram transferidos para
175 a instalação de creche, juntamente com os animais provenientes dos tratamentos DAE e DC.
176 Durante todo o período experimental foram realizadas anotações referentes à mortalidade e a
177 incidência de diarreia dos leitões. No dia anterior à transferência para as instalações de creche,
178 todos os animais foram pesados individualmente, a fim de facilitar a distribuição destes para a
179 segunda etapa experimental.

180 Durante todo o período experimental, foi realizado o monitoramento da temperatura
181 ambiente e umidade relativa dentro do galpão, duas vezes ao dia pela manhã e à tarde (09h00 e
182 às 15h00), sempre no mesmo horário através de um termohigrômetro localizado ao meio do
183 galpão para registro dos dados. Nos mesmos horários, também foi avaliada a presença de
184 diarreia nas baias de forma visual e três dias após o desmame bem como três dias após a
185 transferência para a creche foram coletadas amostras de sangue para análise de permeabilidade
186 intestinal.

187

188 **2.3 Variáveis analisadas**

189

190 **2.3.1 Desempenho**

191 Os leitões foram pesados individualmente ao 15°, 20° e 23° dias de vida, durante a fase
192 de maternidade, assim como aos 7°, 14° e 20° dias após o desmame. Todas as pesagens foram
193 realizadas utilizando a mesma balança com precisão de cinco gramas.

194 Durante a fase de maternidade, foi calculado o ganho de peso diário (GPD) de todos os
195 tratamentos. Na fase de creche, foi calculado o ganho de peso diário (GPD), conversão
196 alimentar (CA) e o coeficiente de variação (CV).

197

198

199 **2.3.1.1 Consumo de ração**

200 Diariamente, a quantidade de ração fornecida para os leitões e as sobras em ambas as
201 fases foram mensuradas. O CRD foi calculado utilizando uma equação baseada no peso dos
202 animais e consumo de ração por fase. A equação foi desenvolvida e validada por Lindemann e
203 Kim (2007), como descrito a seguir:

204

205 **1°:** $EMm, \text{ kcal/d} = 106 \times \text{kg PC}^{0.75};$ 206 **2°:** $CRm, \text{ kg} = (106 \times \text{kg PC}^{0.75} \times d) / EMf;$ 207 **3°:** $CRg, \text{ kg} = (CRT - \Sigma CRm) \times (GPI/\Sigma GPI);$ 208 **4°:** $CRT, \text{ kg} = CRm + CRg$

209

210 Onde:

211 CR: consumo de ração;

212 CRm: consumo de ração para manutenção;

213 CRg: consumo de ração para crescimento/animal; EMm: Energia metabolizável manutenção;

214 PC: peso corporal;

215 CRT: consumo de ração total; GPI: ganho de peso individual;

216

217

218 **2.3.2 Início do consumo de ração**

219 Ao serem alojados na creche, os leitões tiveram acesso a ração contendo marcador fecal
220 vermelho (óxido de ferro a 0,6%) com o intuito de indicar quando o animal iniciou o hábito de
221 consumo de ração. Para isso, foram realizados *swabs* retais às 24, 48 e 72 horas após o desmame.
222 Essa técnica foi adaptada de Bruininx et al. (2002) e Sulabo et al. (2010). O animal foi
223 considerado como consumidor a partir do primeiro momento em que o *swab* apresentou
224 coloração vermelha. Após 72 horas, foi calculada a média do início de consumo de cada animal.

225

226 **2.3.3 Incidência de diarreia**

227

228 Na fase de creche, a verificação da incidência de diarreia foi realizada através da
229 classificação das fezes na baia, duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde. Seguindo a
230 metodologia de Casey et al. (2007), a ausência de diarreia foi determinada pela observação de
231 fezes normais e a presença de diarreia foi determinada pela observação de fezes líquidas e /ou
pastosas. A incidência de diarreia foi calculada através da porcentagem de baias com animais
positivos para diarreia em relação ao total de observações realizadas no período.

232

233 **2.3.4 Medicações e mortalidade**

234 As medicações foram calculadas com a porcentagem de leitões individualmente tratados
235 com antibióticos injetáveis, sendo anotados a data e o motivo da aplicação, além da dosagem e
236 base farmacológica utilizada.

237 A mortalidade foi calculada pelo porcentual de animais que morreram em cada
238 tratamento durante o experimento, sendo anotados a data, a causa aparente do óbito, e a
239 pesagem do leitão. Especificamente durante a fase de creche também foi realizada a pesagem
240 dos demais animais da mesma baia e a ração presente no comedouro para os ajustes das
241 variáveis de desempenho.

242

243 **2.3.5 Permeabilidade intestinal**

244 A permeabilidade da mucosa intestinal foi avaliada com base na metodologia de Vicuña
245 et al. (2015), três dias após o desmame do tratamento 1 e 2 e três dias após a movimentação
246 para a instalação de creche dos três tratamentos. Foram utilizadas nove repetições de cada
247 tratamento, onde os animais foram selecionados de acordo com o peso mais próximo da média
248 da baia. Os animais receberam por via oral 1 mL do marcador fluorescente Dextran-FITC
249 (Sigma®). Após 6 horas da administração foi realizada a colheita de sangue por meio da
250 contenção mecânica do leitão para a punção da veia jugular externa utilizando agulha
251 hipodérmica descartável (40 x 12 mm) com o acondicionamento do sangue em tubos sem
252 anticoagulante (BD Vacutainer®).

253 As amostras de sangue foram mantidas refrigeradas durante 24 horas para permitir a
254 coagulação e separação do soro, e este foi pipetado e congelado à -20°C em Eppendorffs®
255 plásticos devidamente identificados.

256 Para detecção de Dextran-FITC no soro foi analisada a intensidade da fluorescência por
257 meio de um fluorímetro de placa (JenaScientific®). O valor de Dextran-FITC por mL da amostra
258 foi obtido em comparação com uma curva de diluição de reagente padrão.

259

260 **2.3.6 Análise Estatística**

261 Os dados foram analisados para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, antes da
262 análise, e qualquer variável que não seguiu distribuição normal foi transformada através do
263 procedimento de RANK do SAS (SAS INSTITUTE, 2009). Em seguida, atendendo aos

264 critérios de normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância, através do teste F
 265 ($P < 0,05$), utilizando o pacote estatístico SAS. Quando significativas, as médias foram
 266 comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

267 Para as variáveis de incidência de diarreia, início do consumo, permeabilidade intestinal,
 268 mortalidade e medicação foram analisadas as influências de cada tratamento, através da
 269 aplicação do modelo linear generalizado binomial no procedimento GENMOD.

270

271 3. RESULTADOS

272 As temperaturas máxima e mínima, durante a avaliação estão detalhadas na Tabela 1.

273

274 **Tabela 1.** Temperaturas mínima e máxima, em °C durante o estudo na fase de creche.

Fase	Temperaturas	
	Mínima	Máxima
Pré - 1	15.43±1.88	26.96±1.28
Pré - 2	15.44±1.25	26.3±0.84
Inicial 1	16.33±2.41	27.26±1.53

275

276 Os valores de temperatura observados demonstram que os animais no período inicial
 277 sofreram estresse por frio, visto que a zona de termoneutralidade na fase de creche é entre 22°
 278 C a 26 ° C.

279

280 3.1 Desempenho

281 Os resultados de peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário
 282 (CRD) e conversão alimentar (CA), estão apresentados na Tabela 2.

283

284 **Tabela 2.** Efeito de diferentes estratégias de desmame sobre o desempenho de leitões

Variáveis	DAE	Tratamento		CV (%)	EPM	Valor de p
		DSE	DC			
Fase de Maternidade						
Peso aos 15 dias, kg	4,2943	4,2655	4,1545	23,96	0,293	0,805
15 a 21 dias						
Peso aos 21 dias, kg	4,502 b	5,433 a	5,081 a	24,541	0,310	<0,0001
GPD, kg	0,039 b	0,190 a	0,166 a	81,093	0,015	<0,0001
21 a 23 dias						
Peso aos 23 dias, kg	4,533 b	5,284 a	5,462 a	26,192	0,321	<0,0001
GPD, kg	0,029 b	-0,024 c	0,208 a	206,77	0,027	<0,0001
Fase de Creche						
Peso Inicial, kg	4,523 b	5,389 a	5,480 a	25,378	0,276	<0,0001
Pré - inicial I - 0 a 7 dias						

Peso aos 7 dias, kg	5,434 b	6,262 a	6,059 a	24,204	0,341	0,0002
CRD, kg	0,265 ab	0,300 a	0,234 b	36,888	0,023	0,0036
GPD, kg	0,123 a	0,123 a	0,082 b	61,636	0,015	0,0003
CA, kg	2,350 b	2,687 b	3,135 a	21,553	0,183	<0,0001
Pré - inicial II - 7 a 14 dias						
Peso aos 14 dias, kg	7,274 b	8,077 a	7,879 a	23,465	0,284	0,0035
CRD, kg	0,410 b	0,476 a	0,411 b	25,377	0,031	0,0008
GPD, kg	0,260	0,274	0,273	31,044	0,018	0,4924
CA, kg	1,633 b	1,790 a	1,554 b	21,553	0,041	<0,0001
Inicial I - 14 a 20 dias						
Peso aos 20 dias, kg	8,750 b	10,146 a	9,523 a	22,647	0,521	0,004
CRD, kg	0,503	0,543	0,547	38,386	0,038	0,310
GPD, kg	0,255	0,322	0,297	35,030	0,023	0,492
CA, kg	2,222 a	1,966 b	2,045 ab	27,614	0,158	0,010
0 a 20 dias						
CRD, kg	0,394 b	0,451 a	0,387 b	25,329	0,024	0,002
GPD, kg	0,214	0,235	0,206	29,862	0,016	0,0887
CA, kg	1,958	1,985	1,950	21,826	0,109	0,479

285 *Médias seguidas de mesma letra na linha são semelhantes entre si pelo teste Tukey 0,5% de
 286 significância. **Desmame antecipado estratégico (DAE); desmame segregado estratégico (DSE);
 287 desmame convencional (DC).
 288

289 Durante o período de avaliação na maternidade foi possível observar que os animais dos
 290 tratamentos DC e DSE tiveram maior GPD ($P<0,05$) e PF ($P<0,05$) em comparação ao
 291 tratamento DAE. No que diz respeito ao GPD, de 21 a 23 dias os animais do tratamento DSE
 292 tiveram uma perda significativa no GPD (- 0,024).

293 No período de 0 a 7 dias, foi possível observar um maior CRD para os animais do grupo
 294 DSE em comparação ao DC ($P=0,0036$). As diferentes estratégias de desmame proporcionaram
 295 melhor GPD ($P=0,0003$) e CA ($P<0,0001$) aos animais neste mesmo período com comparação
 296 ao DC. Os animais do DSE e DC tiveram maior PF em comparação ao DAE (0,0002).

297 Os animais do desmame estratégico DSE tiveram um maior consumo de ração
 298 comparado aos demais tratamentos ($P=0,0008$), maior peso no período de 7 a 14 dias, quando
 299 comparado ao DAE e DC ($P=0,0035$), porém uma pior CA em comparação aos demais
 300 tratamentos ($P<0,0001$).

301 De 14 a 20 dias a CA foi melhor para os animais do DSE do que para os do DAE
 302 ($P=0,0095$), e os animais dos tratamentos DSE e DC apresentaram um maior PF do que os
 303 animais do tratamento DAE ($P=0,0035$).

304 Durante todo o período experimental o CRD foi maior para os animais do tratamento
 305 DSE do que os demais ($P=0,0016$).

306 3.2 Incidência de diarreia

307 Os resultados de incidência de diarreia estão representados na Tabela 3.

308

309 **Tabela 3.** Efeito de diferentes estratégias de desmame sobre a incidência de diarreia de leitões

Incidência de diarreia	Tratamento			EPM	Valor de p
	DAE	DSE	DC		
Período Total	38,264 b	54,635 a	49,506 a	0,09138	<0,0001
Pré-Inicial 1	63,736 b	82,967 a	67,032 b	0,1972	<0,0001
Pré-Inicial 2	40,828 b	64,497 a	57,396 a	0,1608	<0,0001
Inicial I	5,325 b	10,059 ab	15,384 a	0,3426	0,0083

310 *Médias seguidas de mesma letra na linha são semelhantes entre si pelo teste Tukey 0,5% de
 311 significância. ** Desmame antecipado estratégico (DAE); desmame segregado estratégico (DSE);
 312 desmame convencional (DC).

313 Com relação a incidência de diarreia, foi possível observar no período total que os
 314 animais do tratamento DAE apresentaram uma menor incidência de diarreia quando comparado
 315 aos demais tratamentos (P=0,0001). Na fase pré-inicial 1 observou-se que os animais do
 316 tratamento DSE apresentaram maior incidência de diarreia do que os animais do tratamento
 317 DAE e DC (P=0,0001). Durante a fase pré-inicial 2 foi possível observar que os animais do
 318 DAE apresentaram menor incidência de diarreia, que os demais grupos (P=0,0001). Na fase
 319 inicial I, os animais do tratamento DAE apresentaram menor incidência de diarreia em
 320 comparação aos animais do tratamento DC (P=0,0083).

321

322 3.3 Início do consumo de ração

323 Os resultados do comportamento referente ao início do hábito de consumo estão
 324 descritos na Tabela 4.

325 **Tabela 4.** Efeito de diferentes estratégias de desmame sobre o início do hábito de consumo

Início Consumo %	Tratamento			EPM	Valor de P
	DAE	DSE	DC		
24 horas	88,095 a	95,294 a	50,000 b	0,5122	<0,0001
48 horas	90,476 b	100,000 a	84,523 b	0,3717	<0,0001
72 horas	91,666 b	100,000 a	91,666 b	0,3948	0,0026

326 *Médias seguidas de mesma letra na linha são semelhantes entre si pelo teste Tukey 0,5% de
 327 significância. ** Desmame antecipado estratégico (DAE); desmame segregado estratégico (DSE);
 328 desmame convencional (DC).

329 Relacionado ao início do hábito de consumo, foi possível observar que dentro de 24
 330 horas uma maior porcentagem dos animais dos tratamentos DSE e DAE haviam iniciado o
 331 hábito de consumo em comparação aos animais do tratamento DC (P=0,0001). No período de
 332 avaliação de 48 e 72 horas todos os animais do DSE, 100% dos animais já haviam consumido,
 333 diferindo dos tratamentos DAE e DC (P<0,05).

334

335 3.4 Permeabilidade Intestinal

336 Os resultados de permeabilidade intestinal estão descritos na tabela 5.

337

338 **Tabela 5.** Efeito de diferentes estratégias de desmame sobre a permeabilidade intestinal.

Coletas (dias)	Tratamentos			CV	EPM	Valor de p
	DAE	DSE	DC			
19	0,810 b	.	1,543 a	54,76	0,196	0,015
24	.	0,694	0,872	30,395	0,075	0,116
3	0,619	0,568	0,598	24,982	0,51	0,624

339 *Médias seguidas de mesma letra na linha são semelhantes entre si pelo teste Tukey 0,5% de
 340 significância. ** Desmame antecipado estratégico (DAE); desmame segregado estratégico (DSE);
 341 desmame convencional (DC). ***19 dias de maternidade; 24 dias de maternidade; 3 dias de creche.

342 Quanto à variável de permeabilidade intestinal foi encontrada diferença significativa
 343 (P=0,015) ao 3º dia após o desmame do tratamento DAE, onde concentração de Dextran na
 344 corrente sanguínea dos animais foi menor em comparação ao tratamento DC, sendo possível
 345 afirmar que esses animais tiveram uma maior permeabilidade intestinal nesse momento. Não
 346 houve diferença significativa nos demais dias de coleta (P>0,05).

347

348 4. DISCUSSÃO

349 No primeiro momento avaliado, entre 15 e 21 dias de maternidade, ficou evidente o
 350 prejuízo no pós-desmame imediato para os animais do grupo DAE. Ainda que os mesmos
 351 tenham permanecido em contato com os sons emitidos pela mãe e odores da maternidade, as
 352 demais mudanças com relação à dieta, mistura de animais de diferentes leitegadas e do próprio
 353 ambiente foram suficientes para provocar uma queda no GPD em comparação aos animais que
 354 continuaram com as porcas (P<0,001). Estes resultados estão de acordo com o observado por
 355 Pié et al. (2004), que associaram o desmame à uma inflamação intestinal transitória com
 356 superprodução de citocinas inflamatórias durante os dois primeiros dias de creche, combinado
 357 a ocorrência de estresse independentemente da idade dos animais (Campbell et al., 2013).
 358 Porém, outro fator importante de ser destacado é a idade de separação entre leitões e porca.

359 Muitos autores relatam a correlação entre melhor desempenho à medida que se aumenta a idade
360 ao desmame, não sendo recomendado este manejo antes dos 21 dias (Smith et al., 2010; Van
361 Der Meulen et al., 2010; Ming et al., 2021). Ainda que durante a permanência no berçário tenha
362 sido fornecido sucedâneo, é sabido que esta tecnologia é pobre em componentes ativos não
363 nutricionais encontrados no leite da matriz suína, como exossomos, oligossacarídeos, bactérias,
364 leucócitos e hormônios (fatores de crescimento, insulina e outros), que possivelmente
365 desempenham um papel como sinalizadores biológicos modulando o ambiente intestinal, e
366 conseqüentemente, o desempenho subsequente dos leitões (Zhang et al., 2018). Deste modo se
367 justifica o peso menor destes animais na entrada da creche ($P < 0,001$).

368 No tratamento DSE houve uma queda expressiva do GPD na segunda avaliação, que
369 corresponde exatamente aos três últimos dias deste grupo na maternidade, sem a presença da
370 mãe na gaiola. Como esperado, os animais sofreram com a separação, apesar de não terem
371 outros agentes estressores externos como a mistura de leitegadas, transporte e mudança de
372 ambiente. Além disso, como relatado por Turpin et al. (2016), o consumo de ração por parte
373 dos animais aos 21 dias quando se restringe o acesso à mãe, mesmo que por algumas horas do
374 dia, não é suficiente para manter o ganho de peso dos animais nos primeiros dias. Em
375 contrapartida, no início do período de creche distinguiram-se apenas duas classes de peso, sendo
376 os animais do berçário estatisticamente mais leves que os demais, portanto a queda de GPD dos
377 leitões de DSE não afetou o peso dos mesmos na transferência para a creche.

378 Os resultados de CRD, CA e GPD na primeira semana de creche, vão ao encontro
379 daqueles obtidos por Amdi et al., (2021), nos quais os animais suplementados com sucedâneo
380 acrescido de ingredientes vegetais na maternidade tiveram melhor adaptação à transição para a
381 creche, devido ao efeito potencializador no perfil enzimático para a digestão da ração de origem
382 vegetal quando comparados com aqueles que até então tinham o leite como única fonte de
383 alimentação. Porém a diferença estatística no CRD entre os três tratamentos já não é observada
384 na terceira semana de creche, provavelmente devido à adaptação dos animais DC e DAE, que
385 mesmo sendo desmamados de forma menos gradativa conseguem alcançar a ingestão e ração
386 do grupo DSE. Todavia, os dados do presente trabalho corroboram o exposto por outros autores,
387 que destacam a importância da idade ao desmame para o desempenho na creche, enfatizando a
388 existência de correlação positiva entre as duas variáveis (Faccin et al., 2020; Mendes, 2020),
389 por isso, neste período continua sendo observada menor CA para os animais DAE, desmamados
390 mais jovens.

391 Kats et al., (1992) demonstraram que, cada 450 g adicionais ao desmame se traduziram
392 em aproximadamente 1 kg a mais na saída de creche, portanto, além da idade, o peso em que

393 os animais saem da maternidade influencia diretamente no desempenho dos mesmos. Desta
394 forma observa-se uma correlação mais forte entre peso/idade ao desmame e desempenho
395 subsequente do que a existente entre adaptação dos animais à dieta ou aos agentes estressores
396 inerentes ao desmame, motivo pelo qual neste experimento não houveram alterações nas classes
397 de peso durante o experimento, ou seja, os animais mais pesados ao desmame continuaram mais
398 pesados na creche.

399 Apesar de não haver diferença estatística no peso final dos animais DSE e DC, é notória
400 a melhora no consumo de ração dos primeiros, embora o desmame mais precoce esteja quase
401 sempre associado a uma baixa considerável nesta variável (Kobek-Kjeldager et al., 2021;
402 Valentim et al., 2021). Desta forma, podemos inferir efeitos positivos a esta estratégia de
403 desmame, na qual o estresse, apesar de inerente foi menos abrupto que no caso dos animais DC
404 (Campbell et al., 2013). Além disso houve uma combinação dos benefícios de adaptação às
405 alterações de dieta e ausência da mãe, fazendo com que os animais consumissem maior
406 quantidade de ração comparado ao DC, que por sua vez tiveram o desmame mais tardio e foram
407 introduzidos ao *creep-feeding*, estratégias que sabidamente trazem bons resultados de consumo
408 após o desmame (Sulabo et al., 2010; Bruininx et al., 2016; Massacci et al., 2020).

409 Para os dados de incidência de diarreia, foi observado que os animais do grupo DAE
410 apresentaram menor incidência. Sabe-se que os efeitos negativos do desmame sobre a saúde
411 inicial são mais pronunciados nas primeiras horas. É relatado que a permeabilidade intestinal é
412 aumentada nas primeiras 24 horas pós desmame e, após esse período, decai gradualmente. Da
413 mesma forma, Xia et al. (2021) afirmam que a altura das vilosidades intestinais diminuem 75%
414 nas primeiras 24 horas pós desmame e depois continuam gradualmente a diminuir até ocorrer
415 uma estabilização aos 14 dias pós-desmame. Prejuízos no que se refere a secreção de enzimas
416 também são relatados, visto que amilase, tripsina e a quimi tripsina só retomam níveis de
417 secreção semelhante ao que ocorria no pré-desmame cerca de 9 dias depois do desmame
418 (Hedemann e Jensen, 2004). Por isso, acreditamos que, pelo fato de as coletas serem realizadas
419 depois de 9 dias em que os animais do grupo DAE foram separados da fêmea, os animais do
420 berçário já estavam em um processo mais avançado da adaptação do sistema digestivo às
421 adversidades pós desmame e, por isso, menor incidência de diarreia foi observada.

422 Os tratamentos DSE e DC tiveram maior incidência de diarreia durante boa parte das
423 avaliações. Para o grupo DSE, acredita-se que esse resultado se dá em função dessa estratégia
424 de desmame não conseguir mitigar os estresses do período, principalmente em função de os
425 animais sofrem dois desafios em um curto período de tempo: a retirada da fêmea e a posterior
426 transferência para a creche. Estratégias que conseguem minimizar o estresse geralmente

427 acarretam em menor incidência de diarreia no desmame (Jayaraman e Nyachoti, 2017;
428 Oostindjer et al., 2010). Da mesma forma, o desmame convencional já é caracteristicamente
429 estressante, devido ao fato de os leitões serem submetidos a mudanças abruptas, o que acarreta
430 na observação de maior incidência de diarreia nos períodos iniciais da fase de creche.

431 É relatado que, o aumento da idade ao desmame ocasiona uma maior precocidade e
432 intensidade do início do hábito de consumo de ração, principalmente se tratando da comparação
433 entre leitões desmamados com menos de 25 dias em relação a animais desmamados com mais
434 de 30 dias de idade (Kobek-Kjeldager et al., 2021; Van Der Meulen et al., 2010). Estes
435 resultados são justificados pelo fato de que animais desmamados mais velhos são
436 fisiologicamente mais preparados para os desafios do desmame, principalmente para buscar
437 fontes de alimentos substitutos ao leite materno (Devillers e Farmer, 2009; Hötzel et al., 2010).

438 Entretanto, os dados do presente trabalho indicam que os animais do tratamento DC, que foram
439 desmamados mais tardiamente que o grupo DAE, demoraram mais para iniciar o hábito de
440 consumo. Um primeiro ponto a ser destacado nesta avaliação é que a diferença da idade ao
441 desmame entre os tratamentos foi menor neste trabalho em comparação a outras avaliações, o
442 que pode ter minimizando os efeitos benéficos do desmame tardio sobre o padrão de consumo
443 de leitões. Este resultado corrobora com dados de Colson et al. (2006), que não observaram
444 diferenças no hábito de consumo de leitões desmamados com 21 ou 28 dias nas primeiras horas
445 pós-desmame.

446 É interessante destacar que as estratégias adotadas pelos tratamentos DAE e DSE foram
447 eficientes em estimular os animais a procurarem a ração no momento inicial pós-desmame,
448 visto que a procura por alimento nas primeiras horas foi maior nesses tratamentos em
449 comparação ao grupo DC. De acordo com o conhecimento dos autores deste trabalho, é a
450 primeira vez que se avalia o efeito das estratégias de desmame utilizadas sobre o hábito de
451 consumo de leitões recém-desmamados.

452 A maior procura pela ração por parte do tratamento DAE pode ser justificada em função
453 da socialização entre animais de diferentes baias, além do contato prévio estimulado na
454 maternidade. É relatado, por exemplo, que o início do hábito de consumo pode ser estimulado
455 através da mistura de animais que já tenham iniciado o consumo de ração com animais que
456 ainda não (Morgan et al., 2001). Além disso, embora no berçário os leitões estivessem
457 separados das fêmeas, acredita-se que possa haver estímulo olfatório (feromônios) e auditivo
458 emitidas pelas fêmeas, pelo fato de ambos estarem no mesmo barracão. É descrito na literatura
459 que compostos presentes nas fezes de fêmeas suínas e feromônios sintéticos aplicados no
460 focinho de leitões ou pulverizados na ração conseguem estimular o início do hábito de consumo

461 (Aviles-Rosa et al., 2020; McGlone e Anderson, 2002). Diante disso, compostos presentes na
462 glândula mamária, nas fezes e na pele das fêmeas podem ter estimulado os leitões que estavam
463 no berçário a iniciar o consumo de ração, embora os mesmos não tenham sido avaliados no
464 presente trabalho

465 No que se refere aos efeitos dos sons emitidos pelas fêmeas, sabe-se que a reprodução
466 de grunhidos de fêmeas lactantes pode alterar de maneira distinta o padrão de consumo de
467 leitões em fase de creche (Torrey e Widowski, 2004) e maternidade (Khonmee et al., 2018;
468 Moreira et al., 2018). Da mesma forma, acredita-se que os leitões respondem melhor a estímulo
469 oriundos da sua própria mãe e, além disso, a forma como os leitões reagem ao grunhido depende
470 da distância entre o som e o animal (Puppe et al., 2003). Portanto, a forma como cada leitão
471 reage aos sons emitidos pelas fêmeas presentes nas instalações varia consideravelmente,
472 embora também possa estar relacionado com a maior precocidade da busca de alimentos pelos
473 leitões do berçário.

474 A definição da hierarquia em baias nas quais houve mistura de animais de diferentes
475 locais requer interações agressivas entre os mesmos. O principal comportamento observado
476 neste momento são as brigas, que ocorrem em maior intensidade nas primeiras 24 horas, mas
477 podem se estender por até 96 horas pós desmame (Fels et al., 2014; Mesarec et al., 2021). A
478 alta incidência de briga, associada à necessidade de adaptação a um novo tipo de alimentação,
479 contribui para que o desmame abrupto praticado convencionalmente seja desafiador. Nesse
480 sentido, pressupõe-se que os leitões do desmame segregado estratégico despenderam menos
481 tempo brigando e explorando o novo ambiente pós desmame, visto que já estavam habituados
482 ao local e já havia uma hierarquia formada. Associado a isso, podemos supor que os animais
483 tiveram mais tempo para buscar novas formas de alimentos, direcionando-os para iniciar o
484 consumo de ração. Embora não foram avaliados os comportamentos dos leitões no presente
485 estudo, pesquisas futuras incluindo essa avaliação poderão fornecer importantes resultados.

486 Prejuízos causados na função das proteínas das junções firmes podem aumentar a
487 permeabilidade paracelular e, conseqüentemente, desencadear distúrbios gastrointestinais
488 (Edelblum e Turner, 2009). Nesse sentido, o desmame é um dos períodos mais críticos para a
489 função de barreira intestinal, sendo os malefícios deste momento mais pronunciados em animais
490 desmamados precocemente (Modina et al., 2019).

491 Pohl et al. (2017) observaram que leitões desmamados aos 15 dias tiveram maior
492 permeabilidade intestinal e maior incidência de diarreia na 7^o e 20^o semana pós desmame,
493 quando comparado com leitões desmamados aos 28 dias. Estes autores afirmam que o desmame
494 precoce causa uma hipersensibilidade de estímulos intestinais (ativação precoce de mastócitos

495 e alteração em padrões de secreção do sistema nervoso entérico), o que leva ao
496 desencadeamento de quadros crônicos de diarreia. Outros autores também relatam maior
497 permeabilidade intestinal por parte de leitões desmamados precocemente em comparação com
498 animais desmamados após 21 dias (Moeser et al., 2007; Smith et al., 2010).

499 A permeabilidade intestinal foi menor no tratamento DAE em comparação ao grupo
500 controle no 19º dia de vida. Embora haja o consenso de que a permeabilidade intestinal decai
501 acentuadamente após as primeiras horas pós nascimento, existem trabalhos demonstrando que
502 compostos presentes no leite e a própria microbiota estimulam um aumento da permeabilidade
503 durante a lactação, visando estimular o sistema imunológico entérico a adaptar-se a presença
504 de bactérias da microbiota, sendo essa permeabilidade mais acentuada ao redor da segunda
505 semana de lactação (Arnaud et al., 2020; Desaldeleer et al., 2014). Diante disso, acredita-se que
506 a modulação da microbiota ocorreu de uma melhor forma no grupo controle, sendo que a maior
507 permeabilidade encontrada no 18º de avaliação está relacionada com essa possibilidade. Para o
508 grupo do DAE supõe-se que a necessidade de adaptação a uma nova dieta associada ao estresse
509 do desmame precoce alterou abruptamente a formação da microbiota. Diferentes tipos de dietas
510 líquidas fornecidas para leitões antes da fase de creche alteram de maneira distinta o
511 desenvolvimento do trato gastrointestinal (Huting et al., 2021; Van Hees et al., 2019).

512 A segunda e terceira avaliação de permeabilidade intestinal ocorreram 6 e 9 dias,
513 respectivamente, após a primeira coleta. Acredita-se que, pelo fato de os animais estarem em
514 um estágio fisiológico mais avançado em comparação aos leitões avaliados com 18 dias, não
515 houve diferença entre as estratégias de desmame. Van Der Meulen et al. (2010) não observaram
516 diferenças na permeabilidade intestinal entre animais desmamados com 28 ou 49 dias.

517

518 **5. CONCLUSÃO**

519 As diferentes estratégias de desmame avaliadas na presente pesquisa, são alternativas
520 viáveis para proporcionar uma melhor adaptação e também estimular o consumo eficiente de
521 ração pelos leitões na fase de creche. No entanto, apesar disso, é indispensável a realização de
522 novos estudos a fim de explorar e analisar os impactos destes manejos na saúde intestinal dos
523 animais, e em seu desempenho nas fases subsequentes, além do provável efeito na matriz suína,
524 determinando sua viabilidade econômica e aplicabilidade no campo.

525

526

527

528 **REFERÊNCIAS**

529

530 Amdi, Charlotte et al. (2021). Pre-weaning adaptation responses in piglets fed milk replacer
531 with gradually increasing amounts of wheat. *British Journal of Nutrition*, 126 (3), 375-382.

532

533 Arnaud, A. P.; Rome, V.; Richard, M.; Formal, M.; David-Le Gall, S.; Boudry, G. (2020).
534 Post-natal co-development of the microbiota and gut barrier function follows different paths
535 in the small and large intestine in piglets. *FASEB Journal : Official Publication of the*
536 *Federation of American Societies for Experimental Biology*, 34(1), 1430–1446.
537 <https://doi.org/10.1096/FJ.201902514R>.

538

539 Aviles-Rosa, E. O.; Surowiec, K.; McGlone, J. (2020). Identification of Faecal Maternal
540 Semiochemicals in Swine (*Sus scrofa*) and their Effects on Weaned Piglets. *Scientific*
541 *Reports*, 10(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62280-9>.

542 Baxter, E. M.; Schmitt, O.; Pedersen, L. J.; Sciences, V.; Road, W. M.; Kingdom, U.;

543 Kingdom, U. (2020). The suckling and weaned piglet. In *The suckling and weaned piglet*
544 (Issue 2013). <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0>.

545 Bruininx, E. M. A. M. et al. (2002). Effect of creep feed consumption on individual feed
546 intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. *Journal of Animal*
547 *Science*, 80(6), 1413-1418.

548

549 Campbell, Joy M.; Crenshaw, Joe D.; Polo, Javier. (2013). The biological stress of early
550 weaned piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4(1), 1-4.

551

552 Casey, Pat G. et al. (2007). A five-strain probiotic combination reduces pathogen shedding
553 and alleviates disease signs in pigs challenged with *Salmonella enterica* serovar
554 Typhimurium. *Applied and Environmental Microbiology*, 73(6), 1858-1863.

555

556 Colson, V.; Orgeur, P.; Foury, A.; Mormède, P. (2006). Consequences of weaning piglets at
557 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Applied Animal Behaviour*
558 *Science*, 98(1–2), 70–88. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2005.08.014>.

559 Desaldeleer, C.; Ferret-Bernard, S.; de Quelen, F.; Le Normand, L.; Perrier, C.; Savary, G.;
560 Romé, V.; Michel, C.; Mourot, J.; Le Huërou-Luron, I.; Boudry, G. (2014). Maternal 18:3n-3
561 favors piglet intestinal passage of LPS and promotes intestinal anti-inflammatory response to
562 this bacterial ligand. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 25(10), 1090–1098.
563 <https://doi.org/10.1016/J.JNUTBIO.2014.05.014>.

564

565 Devillers, N.; Farmer, C. (2009). Behaviour of piglets weaned at three or six weeks of age.
566 <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/09064700802660679>, 59(1), 59–65.
567 <https://doi.org/10.1080/09064700802660679>.

568 Edelblum, K. L.; Turner, J. R. (2009). The tight junction in inflammatory disease:
569 communication breakdown. *Current Opinion in Pharmacology*, 9(6), 715–720.
570 <https://doi.org/10.1016/J.COPH.2009.06.022>.

571

- 572 Faccin, Jamil E. G. et al. (2020). Impact of increasing weaning age on pig performance and
573 belly nosing prevalence in a commercial multisite production system. *Journal of animal*
574 *science*, 98(4), 31.
575
- 576 Fels, M.; Hartung, J.; Hoy, S. (2014). Social hierarchy formation in piglets mixed in different
577 group compositions after weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, 152, 17–22.
578 <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2014.01.003>.
- 579 Hedemann, M. S.; Jensen, B. B. (2004). Variations in enzyme activity in stomach and
580 pancreatic tissue and digesta in piglets around weaning. *Archives of Animal Nutrition*, 58(1),
581 47–59. <https://doi.org/10.1080/00039420310001656677>.
582
- 583 Hötzel, M. J.; MacHado Filho, L. C. P.; Irgang, R.; Alexandre Filho, L. (2010). Short-term
584 behavioural effects of weaning age in outdoor-reared piglets. *Animal : An International*
585 *Journal of Animal Bioscience*, 4(1), 102–107. <https://doi.org/10.1017/S1751731109990875>.
586
- 587 Huting, A. M. S.; Middelkoop, A.; Guan, X.; Molist, F. (2021). Using Nutritional Strategies
588 to Shape the Gastro-Intestinal Tracts of Suckling and Weaned Piglets. *Animals*, 11(2), 402.
589 <https://doi.org/10.3390/ANI11020402>.
590
- 591 Jayaraman, B.; Nyachoti, C. M. (2017). Husbandry practices and gut health outcomes in
592 weaned piglets: A review. *Animal Nutrition*, 3(3), 205–211.
593 <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2017.06.002>
- 594 Kats, L. J. et al. (1992). Influence of weaning weight and growth during the first week
595 postweaning on subsequent pig performance. *Kansas Agricultural Experiment Station*
596 *Research Reports*.
- 597 Kemp, B.; Da Silva, C. L. A.; Soede, N. M. (2018). Recent advances in pig reproduction:
598 Focus on impact of genetic selection for female fertility. *Reproduction in Domestic Animals*,
599 53, 28–36. <https://doi.org/10.1111/rda.13264>.
- 600 Khonmee, J.; Wathirunwong, T.; Yano, T.; Somgird, C.; Brown, J. L.; Yamsakul, P. (2018).
601 Effect of Artificial Piglet Suckling Sounds on Behavior and Performance of Piglets and
602 Adrenal Responses of Sows. *Veterinary Medicine International*, 2018.
603 <https://doi.org/10.1155/2018/2762153>.
- 604 Kobek-Kjeldager, C.; Vodolazs'ka, D.; Lauridsen, C.; Canibe, N.; Pedersen, L. J. (2021).
605 Impact of supplemental liquid feed pre-weaning and piglet weaning age on feed intake post-
606 weaning. *Livestock Science*, 252, 104680. <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2021.104680>.
- 607 Liao, S. F. (2021). Invited Review: Maintain or Improve Piglet Gut Health around Weanling:
608 The Fundamental Effects of Dietary Amino Acids. *Animals*, 11(4).
609 <https://doi.org/10.3390/ani11041110>.
- 610 Lindemann, M. D.; Kim, B. G. (2007). Technical note: A model to estimate individual feed
611 intake of swine in group feeding. *Journal of Animal Science*, 85(4), 972–975.
612 <https://doi.org/10.2527/jas.2006-412>.

- 613 Massacci, Francesca Romana et al. (2020). Late weaning is associated with increased
614 microbial diversity and *Faecalibacterium prausnitzii* abundance in the fecal microbiota of
615 piglets. *Animal microbiome*, 2(1), 1-12.
616
- 617 McGlone, J. J., & Anderson, D. L. (2002). Synthetic maternal pheromone stimulates feeding
618 behavior and weight gain in weaned pigs. *Journal of Animal Science*, 80(12), 3179–3183.
619 <https://doi.org/10.2527/2002.80123179X>.
- 620 Mendes, Janaína Palermo et al. (2020). Estudo Meta-Analítico Da Relação Da Idade De
621 Desmame E O Ganho De Peso Diário Da Leitegada Na Fase De Maternidade E
622 Creche. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*, 4(1).
623
- 624 Mesarec, N., Skok, J., Škorjanc, D., & Prevolnik Povše, M. (2021). Group dynamics in a
625 spontaneously established group of newly weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science*,
626 238. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2021.105317>.
627
- 628 Ming, Dongxu et al. (2021). Effects of weaning age at 21 and 28 days on growth
629 performance, intestinal morphology and redox status in piglets. *Animals*, 11(8), 2169.
630
- 631 Modina, S. C.; Polito, U.; Rossi, R.; Corino, C.; Di Giancamillo, A. (2019). Nutritional
632 Regulation of Gut Barrier Integrity in Weaning Piglets. *Animals : An Open Access Journal*
633 *from MDPI*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/ANI9121045>
634
- 635 Moeser, A. J.; Klok, C. Vander; Ryan, K. A.; Wooten, J. G.; Little, D.; Cook, V. L.;
636 Blikslager, A. T. (2007). Stress signaling pathways activated by weaning mediate intestinal
637 dysfunction in the pig. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver*
638 *Physiology*, 292(1). <https://doi.org/10.1152/AJPGI.00197.2006>.
639
- 640 Moeser, A. J.; Pohl, C. S.; Rajput, M. (2017). Weaning stress and gastrointestinal barrier
641 development: Implications for lifelong gut health in pigs. *Animal Nutrition (Zhongguo Xu Mu*
642 *Shou Yi Xue Hui)*, 3(4), 313–321. <https://doi.org/10.1016/J.ANINU.2017.06.003>.
643
- 644 Moeser, A. J.; Ryan, K. A.; Nighot, P. K.; Blikslager, A. T. (2007). Gastrointestinal
645 dysfunction induced by early weaning is attenuated by delayed weaning and mast cell
646 blockade in pigs. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*,
647 293(2). <https://doi.org/10.1152/AJPGI.00304.2006>.
648
- 649 Moreira, R. H. R.; de Oliveira, R. F.; Palencia, J. Y. P.; Lemes, M. A. G.; Silva, M. D.;
650 Garbossa, C. A. P.; DE ABREU, M. L. T.; de Moura, G. B.; Ferreira, R. A. (2018). Effects of
651 maternal artificial vocalization on hyperprolific lactating sows and piglets behavior. *Anais Da*
652 *Academia Brasileira de Ciências*, 90(4), 3675–3683. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180340>.
653
- 654 Morgan, C. A.; Lawrence, A. B.; Chirnside, J.; Deans, L. A. (2001). Can information about
655 solid food be transmitted from one piglet to another? *Animal Science*, 73(3), 471–478.
656 <https://doi.org/10.1017/S1357729800058446>.
- 657 Oostindjer, M.; Bolhuis, J. E.; Mendl, M.; Held, S.; Gerrits, W.; Van den Brand, H.; Kemp, B.
658 (2010). Effects of environmental enrichment and loose housing of lactating sows on piglet
659 performance before and after weaning. *Journal of Animal Science*, 88(11), 3554–3562.
660 <https://doi.org/10.2527/JAS.2010-2940>.
661

- 662 Peace, R. M.; Campbell, J.; Polo, J.; Crenshaw, J.; Russell, L.; Moeser, A. (2011). Spray-
663 dried porcine plasma influences intestinal barrier function, inflammation, and diarrhea in
664 weaned pigs. *The Journal of Nutrition*, 141(7), 1312–1317.
665 <https://doi.org/10.3945/JN.110.136796>.
- 666
667 Pié, Sandrine et al. (2004). Weaning is associated with an upregulation of expression of
668 inflammatory cytokines in the intestine of piglets. *The Journal of nutrition*, 134(3), 641–647.
669
- 670 Pohl, C. S.; Medland, J. E.; Mackey, E.; Edwards, L. L.; Bagley, K. D.; DeWilde, M. P.;
671 Williams, K. J.; Moeser, A. J. (2017). Early weaning stress induces chronic functional
672 diarrhea, intestinal barrier defects, and increased mast cell activity in a porcine model of early
673 life adversity. *Neurogastroenterology and Motility: The Official Journal of the European*
674 *Gastrointestinal Motility Society*, 29(11). <https://doi.org/10.1111/NMO.13118>.
- 675
676 Puppe, B.; Schön, P. C.; Tuchscherer, A.; Manteuffel, G. (2003). The influence of domestic
677 piglets' (*Sus scrofa*) age and test experience on the preference for the replayed maternal
678 nursing vocalisation in a modified open-field test. *Acta Ethologica*, 5(2), 123–129.
679 <https://doi.org/10.1007/S10211-002-0071-4>.
- 680 Rostagno, H. S. et al. (2017). Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de
681 Alimentos e Exigências Nutricionais. *Departamento de Zootecnia-UFV, Viçosa, MG, BR*,
682 488.
- 683 SAS INSTITUTE. (2009). *Using JMP Student Edition for Windows and Macintosh: The*
684 *User's Guide to Statistics with JMP Student Edition*. SAS institute.
- 685
686 Schmitt, O.; Baxter, E. M.; Boyle, L. A.; O'Driscoll, K. (2019). Nurse sow strategies in the
687 domestic pig: I. Consequences for selected measures of sow welfare. *Animal*, 13(3), 580–589.
688 <https://doi.org/10.1017/S175173111800160X>.
- 689
690 Smith, F.; Clark, J. E.; Overman, B. L.; Tozel, C. C.; Huang, J. H.; Rivier, J. E. F.; Blisklager,
691 A. T.; Moeser, A. J. (2010). Early weaning stress impairs development of mucosal barrier
692 function in the porcine intestine. *Gastrointestinal and Liver Physiology. American Journal of*
693 *Physiology*, 298(3). <https://doi.org/10.1152/AJPGI.00081.2009>.
- 694 Sulabo, R.C. et al. (2010). Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet
695 performance, *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 3145–3153. .
696 <https://doi.org/10.4148/2378-5977.6975>.
- 697 Torrey, S., & Widowski, T. M. (2004). Effect of drinker type and sound stimuli on early-
698 weaned pig performance and behavior. *Journal of Animal Science*, 82(7), 2105–2114.
699 <https://doi.org/10.2527/2004.8272105X>.
- 700 Turpin, Diana L. et al. (2016). Intermittent suckling in combination with an older weaning age
701 improves growth, feed intake and aspects of gastrointestinal tract carbohydrate absorption in
702 pigs after weaning. *Animals*, 6(11), 66.
- 703 Valentim, J. K. et al. (2021). Meta-analysis of relationship between weaning age and daily
704 weight gain of piglets in the farrowing and nursery phases. *South African Journal of Animal*
705 *Science*, v. 51, n. 3, p. 332-338.
- 706

- 707 Van Der Meulen, J.; Koopmans, S. J.; Dekker, R. A.; Hoogendoorn, A. (2010). Increasing
708 weaning age of piglets from 4 to 7 weeks reduces stress, increases post-weaning feed intake
709 but does not improve intestinal functionality. *Animal*, 4(10), 1653–1661.
710 <https://doi.org/10.1017/S1751731110001011>.
711
- 712 Van Hees, H. M. J.; Davids, M.; Maes, D.; Millet, S.; Possemiers, S.; Den Hartog, L. A.; Van
713 Kempen, T. A. T. G.; Janssens, G. P. J. (2019). Dietary fibre enrichment of supplemental feed
714 modulates the development of the intestinal tract in suckling piglets. *Journal of Animal
715 Science and Biotechnology*, 10(1), 1–11. [https://doi.org/10.1186/S40104-019-0386-
X/FIGURES/1](https://doi.org/10.1186/S40104-019-0386-
716 X/FIGURES/1).
- 717 Vicuña, E. A.; Kuttappan, V. A.; Tellez, G.; Hernandez-Velasco, X.; Seeber-Galarza, R.;
718 Latorre, J. D.; Faulkner, O. B.; Wolfenden, A. D.; Hargis, B. M.; Bielke, L. R. (2015). Dose
719 titration of FITC-D for optimal measurement of enteric inflammation in broiler chicks.
720 *Poultry Science*, 94(6), 1353–1359. <https://doi.org/10.3382/ps/pev111>.
- 721 Xia, J.; Fan, H.; Yang, J.; Song, T.; Pang, L.; Deng, H.; Ren, Z.; Deng, J. (2021). Research
722 progress on diarrhoea and its mechanism in weaned piglets fed a high-protein diet. *Journal of
723 Animal Physiology and Animal Nutrition*. <https://doi.org/10.1111/JPN.13654>.
724
- 725 Zhang, Shihai et al. (2018). Recent progress of porcine milk components and mammary gland
726 function. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9(1), 1-13.