

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**“EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA NA DIETA DE FÊMEAS SUÍNAS
DURANTE O PRÉ-PARTO SOBRE OS PARÂMETROS DO PARTO E
DESEMPENHO DA LEITEGADA”**

WILLIAN RODRIGUES VALADARES

**PORTO ALEGRE
2021**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

“EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA NA DIETA DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE
O PRÉ-PARTO SOBRE OS PARÂMETROS DO PARTO E DESEMPENHO DA
LEITEGADA”

Autor: Willian Rodrigues Valadares

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre em
Ciências Veterinárias na área de
Fisiopatologia da Reprodução de Suínos

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Ana Paula
Gonçalves Mellagi.

PORTO ALEGRE

2021

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

CIP - Catalogação na Publicação

Rodrigues Valadares, Willian
Efeito da inclusão de fibra na dieta de fêmeas suínas durante o pré-parto sobre os parâmetros do parto e desempenho da leitegada. / Willian Rodrigues Valadares. -- 2021.

45 f.

Orientadora: Ana Paula Gonçalves Mellagi.

Coorientadora: Rafael da Rosa Ulguim.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Fibra. 2. Parto. 3. Desempenho da leitegada. I. Paula Gonçalves Mellagi, Ana, orient. II. da Rosa Ulguim, Rafael, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

WILLIAN RODRIGUES VALADARES
“EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA NA DIETA DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE
O PRÉ-PARTO SOBRE OS PARÂMETROS DO PARTO E DESEMPENHO DA
LEITEGADA”

APROVADO POR:

Prof^a. Dr^a Ana Paula Gonçalves Mellagi
Orientadora e Presidente da Comissão

Prof^o. Dr^o. Diogo Magnabosco
Membro da Comissão

Dr^o. Marcos Kipper da Silva
Membro da Comissão

Prof^o. Dr^o. Thomaz Lucia Junior
Membro da Comissão

Aprovado em 25 de fevereiro de 2021

AGRADECIMENTOS

Durante toda a minha jornada, eu tive o prazer de compartilhar momentos maravilhosos com pessoas incríveis e por isso sou extremamente grato.

Agradeço primeiramente à minha família, que é a minha base, meu apoio e suporte em todas as situações.

Aos meus amigos, que são a família que eu escolhi; meu eterno muito obrigado pela ajuda, conselhos, brincadeiras e por me fazerem sentir em casa sempre.

À equipe do setor de suínos, que foi minha casa pelos últimos dois anos. Obrigado especial ao Kevin e ao Leonardo por ajudarem durante o experimento.

À minha orientadora Ana Paula Mellagi por toda orientação, compreensão e suporte durante toda essa caminhada. Aos demais professores do setor de suínos, professor Fernando, Rafael e David, por todo conhecimento compartilhado.

A todos aqueles que de alguma forma me ajudaram e me impulsionaram nessa jornada que foi e é fantástica.

À Capes, pelo auxílio financeiro.

Às empresas Master e Agrocere PIC por toda ajuda no delineamento e execução do experimento.

Aos membros do PPGCV e da UFRGS.

RESUMO

EFEITO DA INCLUSÃO DE FIBRA NA DIETA DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE O PRÉ-PARTO SOBRE OS PARÂMETROS DO PARTO E DESEMPENHO DA LEITEGADA

Autor: Willian Rodrigues Valadares

Orientador: Prof^ª. Ana Paula Gonçalves Mellagi

Coorientador: Prof. Rafael da Rosa Ulguim

Ao longo das últimas décadas, houve um aumento significativo no número de leitões nascidos por fêmea. Paralelo a este aumento houve também um aumento na duração do parto. Partos prolongados estão associados à uma maior incidência de natimortos, afetando diretamente a produtividade da fêmea. A suplementação com fibra no pré-parto se mostra como uma alternativa potencial para minimizar os efeitos negativos do aumento da duração do parto. A fibra tem a capacidade de modular as características das fezes facilitando a saída dos leitões ao parto e também é capaz de fornecer energia que pode ser utilizada durante o trabalho de parto, diminuindo assim a sua duração. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de fibra no pré-parto de matrizes suínas sobre os parâmetros do parto nas fêmeas e o desempenho da leitegada. No dia 105 de gestação, um total de 402 fêmeas foram selecionadas de acordo com o escore de condição corporal, unidades Caliper, ordem de parto (0 a 6) e foram distribuídas aleatoriamente em dois tratamentos: 1) baixa fibra (BF), contendo 2,02% de fibra bruta; e 2) fibra moderada (FM), contendo 5,12% de fibra bruta. A dieta do grupo BF teve como base o milho e a soja contendo 3,26 Mcal de EM kg⁻¹ e 0,60% SID Lys. A dieta FM também teve como base milho e soja, porém com a adição de 10% de casca de soja, contendo 3,13 Mcal de EM kg⁻¹ e 0,60% SID Lys. As fêmeas de ambos os tratamentos foram alimentadas com 1,8 kg/dia. O escore fecal foi avaliado durante todo o período pré-parto. Os eventos relacionados ao parto foram registrados em todas as fêmeas. Foi realizada assistência ao parto quando o intervalo de nascimento passou dos 30 minutos. Os dados foram analisados pelo procedimento GLIMMIX do SAS e as comparações entre os grupos foram realizadas de acordo com o teste T de Student com um nível de significância de 5%. As fêmeas do grupo FM tiveram menos dias com fezes secas, comparadas às fêmeas do grupo BF (P= 0.008). Não foram encontradas diferenças significativas para a duração do parto (258,1±6,6 min vs. 268,5±6,7 min; P= 0,25) e assistência ao parto (30,8 vs. 39,3%; P= 0,09). As fêmeas do grupo FM tiveram um maior número de leitões nascidos totais e vivos (P= 0,01) mas sem diferença significativa na porcentagem de nascidos vivos, natimortos ou mumificados (P≥ 0,29). Os leitões do grupo BF tiveram um maior peso ao nascimento do que o grupo FM (P= 0.04). Não foram notados efeitos do tratamento sobre a mortalidade pré-desmame, número e peso de leitões desmamados (P≥ 0,10). Em conclusão, a inclusão moderada de fibra na dieta durante o pré-parto não influenciou a duração e assistência ao parto, sobrevivência de leitões, bem como o desempenho da fêmea e dos leitões durante a lactação.

Palavras-chaves: Gestação, suplementação, casca de soja

ABSTRACT

EFFECTS OF DIETARY FIBER SUPPLEMENTATION IN THE PREPARTUM ON FARROWING CHARACTERISTICS AND PERFORMANCE OF SOWS AND LITTERS.

Author: Willian Rodrigues Valadares

Advisor: Prof^a Ana Paula Gonçalves Mellagi

Co-advisors: Prof. Rafael Ulguim

Over the past few decades, there has been a significant increase in the number of piglets born. With this increase, there was also a change in some characteristics, such as birth weight and farrowing duration. Prolonged parturition is associated with an increased number of stillborn piglets, which directly affects sow productivity. Supplementation with fiber in the late gestation is a potential alternative to minimize the adverse effects of increasing the farrowing duration. The fiber can modulate the feces characteristics, facilitating the piglet passage at birth. Fiber is also a source of energy that can be used in the farrowing process reducing its duration. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of fiber supplementation in the late gestation on the performance of sows and piglets at farrowing. On d 105 of gestation, a total of 402 sows were selected according to body condition score, caliper units, and parity (0 to 6) and randomly assigned to one of two treatments in a completely randomized design. Treatments included 1) Low fiber diet (LF) with 2.02% crude fiber; and 2) Moderate fiber diet (MF) with 5.12% crude fiber. The LF diet was based on corn and soybean meal with 3.26 Mcal of ME kg⁻¹ and 0.60% SID Lys. The HF diet was corn-soybean meal-based with 10% soy hulls, containing 3.13 Mcal kg⁻¹ and 0.60% SID Lys. Sows in both treatments were fed 1.8 kg/d. The fecal score was evaluated daily until farrowing. Farrowing duration and birth weight of born alive and stillborn piglets were recorded. The farrowing was manually assisted when the birth interval was longer than 30 min. Data were analyzed by the GLIMMIX procedure of SAS, and comparisons were performed with Student's t-test at 5% of significance. Sows fed MF diet had fewer days with dry feces than those fed LF diet ($P= 0.008$). No evidence for treatment effects was observed on farrowing duration ($P= 0.25$) and farrowing assistance ($P= 0.09$). Sows fed MF diet had a greater number of total piglets born ($P= 0.01$), but there was no evidence ($P>0.05$) for treatment effect on the percentage of piglets born alive, stillborn piglets, or mummified fetuses. Piglets from sows fed LF diet had a greater birth weight than those from sows fed MF diet ($P= 0.04$). No evidence for differences were observed between treatments for pre-weaning mortality, number and weight of weaned pigs ($P> 0.05$). In conclusion, the MF diet did not show positive effects on farrowing duration, farrowing assistance, and sow and piglet performance.

Keywords: gestation, supplementation, soybean hulls.

LISTA DE TABELAS

Tabelas inseridas no artigo científico

Table 1- Composition of the low and moderate fiber diets (as-fed-basis)288

Table 2- Sow and piglet performance, according to diet treatment between 105 of gestation until farrowing.311

LISTA DE FIGURAS

Figuras inseridas na revisão bibliográfica

Figura 1- Representação esquemática das vias de fermentação dos polissacarídeos no trato gastrointestinal de suínos. Adaptado de Bindele et al. (2008)..... 15

Figuras inseridas no artigo científico

Figura 1- Distribution of sows according with days with dry feces when fed a moderate fiber (5.02% Crude fiber) or a Low fiber (2.03% Crud fiber) diet. *P=0.008 30

Figure 2- Cumulative piglet mortality in the first week of lactation, according to diet treatments between 105 of gestation until farrowing (LF: low fiber - 1.8 kg of conventional gestation diet with 2.02% crude fiber; MF: moderate fiber - 1.8 kg of the gestation diet with 5.12% crude fiber) 322

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Fibra.....	12
2.2 Fibra Dietética	13
2.3 Fibra solúvel e insolúvel.....	14
2.4 Metabolismo e fisiologia dos compostos fibrosos	15
2.5 Fornecimento de fibra para fêmeas suínas gestantes.....	16
2.6 Efeito da inclusão de fibra no desempenho de fêmeas suínas.....	18
2.6.1 Desempenho ao parto.....	19
3 ARTIGO CIENTÍFICO	22
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5 REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O processo de melhoramento genético ao longo das últimas décadas foi responsável por um aumento significativo no número de leitões nascidos por leitegada, aumentando também o número de animais comercializados (TOKACH et al., 2019; KOKETSU et al., 2017).

Com o contínuo aumento no tamanho da leitegada, a duração do parto foi prolongada (EDWARDS & BAXTER, 2015). O parto é um processo que demanda bastante energia, e o seu prolongamento pode acarretar em uma série de consequências que podem ser prejudiciais para a produtividade da fêmea e para a sobrevivência dos leitões (ASSALI et al., 1958; VALLET et al., 2013). Diante disso, surgem algumas estratégias nutricionais no terço final de gestação como o fornecimento de fibra e a suplementação energética no dia do parto, que visam melhorar e otimizar a dinâmica de parto e consequentemente as variáveis ligadas a esta (FEYERA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2020).

O terço final da gestação da fêmea suína é caracterizado por diversas mudanças anatomofisiológicas, como crescimento exponencial dos fetos, desenvolvimento do aparelho mamário, início da produção de colostro, que geralmente demandam energia (THEIL et al., 2012). Estudos recentes mostraram que o fornecimento de energia no pré-parto, ou no dia do parto, melhora a dinâmica do parto, reduzindo a sua duração e diminuindo a necessidade de assistência e a porcentagem de natimortos (FEYERA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2020). Entretanto, é comum encontrar sistemas de produção em que se praticam a restrição alimentar no pré-parto, com a finalidade de diminuir a ocorrência de constipação nas matrizes e também a ocorrência da síndrome da disgalaxia pós-parto (OLIVIERO et al., 2008; PAPADOPOULOS et al., 2010). Devido à redução na disponibilidade de alimento no pré-parto, pode haver uma diminuição de energia para a fêmea justamente no momento em que antecede uma grande demanda energética.

A utilização de fibra na dieta de fêmeas suínas com uma ênfase no bem-estar animal e redução de comportamentos estereotipados é amplamente estudada e discutida em diversos trabalhos (STEWART et al., 2010; MEUNIER-SALAÜN & BOLHUIS, 2015). Entretanto, o efeito do fornecimento de fibra sobre o desempenho da fêmea e dos leitões é pouco explorado. É sabido que a suplementação de dietas com alta inclusão de fibra melhoram a consistência das fezes e assim diminuir a incidência de constipação das fêmeas no momento do parto (OLIVIERO et al., 2009). A redução na constipação influencia diretamente na produtividade das fêmeas, uma vez que a redução na

constipação reduz também a incidência de natimortos (OLIVIERO et al., 2010). Além disso, a suplementação de fibra no terço final da gestação poderia melhorar a dinâmica do parto, pois a energia oriunda da formação de ácidos graxos de cadeia curta no processo de fermentação é disponibilizada por um maior intervalo de tempo pós-prandial, quando comparada aos compostos de amiláceos, que possuem rápida digestão (SERENA et al., 2008). Logo, mesmo que haja uma restrição alimentar no pré-parto, no intestino grosso ainda haverá substrato para fermentação e conseqüentemente para o fornecimento de energia.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de uma dieta com moderada inclusão de fibra no pré-parto, sobre o desempenho de fêmeas suínas ao parto e de suas leitegadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fibra

A primeira definição de fibra foi descrita por HIPSLEY (1953) e foi definida como os constituintes não digestíveis da parede celular dos vegetais. Ao longo dos anos, esta definição passou por diversas mudanças à medida em que se desenvolveram metodologias para se analisar estes compostos (JARRETT & ASHWORTH, 2018). Assim, o termo fibra apresenta diferentes definições, baseadas na metodologia de determinação da fibra, sendo complementares umas às outras (NRC, 2012). Nutricionalmente, o termo fibra é definido como a fração do alimento não digerida pelas enzimas endógenas dos animais não ruminantes. Do ponto de vista vegetal, corresponde aos componentes estruturais das plantas. Bioquimicamente, corresponde à carboidratos que não apresentam ligações alfa 1-4 em seus monômeros.

Ao analisarmos a estrutura química dos compostos fibrosos, nota-se que estes são em sua maioria um agregado de diversos compostos, e dentro destes compostos se destacam os polisacarrídeos não-amiláceos (PNA) e compostos fenólicos (NRC, 2012). A diferença básica entre os PNA e os compostos amiláceos está na sua composição química e nas ligações inter e intra moleculares. Enquanto o amido é formado apenas por moléculas de glicose, os PNA podem ser formados por diversas moléculas. As nove principais moléculas que formam os PNA são: arabinose, xilose, glicose, galactose, manose, ramnose, fucose, ácido glucurônico e ácido galacturônico (ENGLYST, 1989).

A fibra bruta é determinada através da incubação do ingrediente em solução ácida e, em seguida, em solução alcalina (VAN SOEST, 1965). Nesta metodologia, é possível quantificar a porção insolúvel da fibra, através da solubilização de parte da hemicelulose e lignina. Portanto, a metodologia de determinação de fibra bruta quantifica principalmente a celulose e frações da hemicelulose e lignina, sendo uma das limitações deste método.

Para suprir essa limitação do método de fibra bruta, VAN SOEST (1965) elaborou uma metodologia que impedia a solubilização da lignina através da aplicação de detergentes. Assim surgiu a metodologia de fibra em detergente neutro (FDN). Como a lignina poderia ser removida quando em contato com a solução básica da metodologia, aplicou-se uma solução tampão para evitar a solubilização da lignina. Portanto, o FDN é composto basicamente de frações insolúveis da hemicelulose, celulose e lignina. Além da determinação em detergente neutro, VAN SOEST (1967) propôs uma metodologia

complementar que avaliaria as porções consideradas indigestíveis. Através da aplicação de um ácido forte como o ácido sulfúrico é possível determinar a quantidade de celulose e lignina indigestível, determinando assim a fibra em detergente ácido (FDA).

A determinação da fração insolúvel foi bem explorada através da aplicação das suas metodologias de detergentes. Entretanto, a porção solúvel foi abordada por HALL et al., (1998), que propuseram uma metodologia que estima os componentes fibrosos que são solubilizados. O método consiste basicamente na quantificação do resíduo após a extração em etanol 90%. Entre o resíduo da primeira extração e o da FDN obtém-se a fração solúvel da hemicelulose. Quantificar a porção solúvel é interessante, pois do ponto de vista nutricional, as frações solúveis e insolúveis se comportam de maneiras distintas no trato gastrointestinal dos animais (SERENA et al., 2009). Uma desvantagem desta metodologia é que ela não diferencia os componentes da hemicelulose, ou seja, não é possível distinguir as porções solúveis e insolúveis deste composto.

2.2 Fibra Dietética

A fibra dietética pode ser caracterizada pelas suas características físico-químicas, dentre estas a sua solubilidade em água, viscosidade, capacidade de formação de gel, capacidade de retenção de água e fermentabilidade (BLACKWOOD et al., 2000).

Os PNA são os principais constituintes da fibra dietética. Estão presentes em grande quantidade nos cereais (CHOCT, 2015). Uma característica importante destes compostos é que os seus monômeros são unidos por ligações do tipo beta, o que faz com que estes compostos não sejam digeridos pelas enzimas endógenas dos animais (NRC, 2012). Os principais polissacarídeos que constituem a fibra dietética são: celulose, arabinoxilanas, β -glucanas, xiloglucanas, ramnogalacturanas e arabinogalactanas. A lignina não é necessariamente um composto sacarídeo, mas devido à sua importância na composição estrutural dos vegetais está relacionada como PNA (BLACKWOOD et al., 2000).

Os PNA podem ser divididos em três grandes grupos baseados na estrutura química e na sua solubilidade (CHOCT, 2015). O primeiro grupo engloba os compostos que são insolúveis em água, álcool ou ácidos diluídos, sendo o principal representante a celulose. O segundo grupo é formado pelos compostos que possuem solubilidade parcial em água e são eles as arabinoxilanas, ligações mistas de beta-glucanos, mananos, galactanos, xiloglucanos e fructanas. O terceiro grupo é formado pelos polissacarídeos

pectínicos (ácidos poligalacturônicos), os quais podem ser substituídos por arabinano, galactanos e arabinogalactanos, e são parcialmente solúveis em água.

2.3 Fibra solúvel e insolúvel

A capacidade de solubilidade da fibra está relacionada à origem e à conformação de suas ligações entre os monômeros de carboidratos que compõe a molécula (NRC, 2012). O conhecimento destas porções se faz necessário, pois esta característica está diretamente relacionada ao aproveitamento e mecanismo de ação da fibra no trato gastrointestinal do animal.

A fibra solúvel apresenta as características de ser fermentável pelos microrganismos intestinais e de possuir a capacidade de aumentar a viscosidade da digesta (DROCHNER et al., 2004). Estas propriedades influenciam na absorção e aproveitamento dos alimentos de uma forma geral para o animal. Ao aumentar a viscosidade da digesta, há uma queda na taxa de difusão dos nutrientes no lúmen intestinal, o que faz com que haja um menor contato com enzimas digestivas, diminuindo assim a quebra e o aproveitamento do alimento pelo animal (BLACKWOOD et al., 2000). Além disso, o aumento na viscosidade aumenta o tempo de permanência da digesta no trato gastrointestinal, prejudicando assim o consumo alimentar e conseqüentemente o desempenho dos animais (JHA et al., 2019).

A fibra insolúvel é caracterizada por ser bioquimicamente inerte. Isso quer dizer que não é digerida pelas enzimas endógenas dos animais e nem fermentada pelos microrganismos intestinais (NRC, 2012). Assim, este tipo de composto pode apresentar uma grande irritabilidade na mucosa intestinal devido à fricção mecânica ocasionada pela sua passagem no lúmen intestinal, levando a um aumento nas secreções de muco e água e redução nas vilosidades (JHA & BERROCOSO, 2015). Devido às suas características bioquímicas, o tempo de passagem intestinal é reduzido, e, conseqüentemente, há menor absorção de nutrientes e aumento da retenção de água no lúmen intestinal (OLIVIERO et al., 2009).

Em resumo, a principal diferença entre a fração solúvel e insolúvel é que a porção solúvel afeta o microbioma intestinal, fornecendo material passível de ser fermentado e propiciando um ambiente favorável para a proliferação bacteriana. Já a porção insolúvel afeta diretamente a taxa de passagem intestinal, reduzindo o tempo de permanência do alimento, e conseqüentemente, a absorção e aproveitamento do mesmo.

2.4 Metabolismo e fisiologia dos compostos fibrosos

Dentro da classe dos carboidratos, apenas os monossacarídeos são diretamente absorvidos pelo trato gastrointestinal dos suínos. A absorção de compostos maiores é dependente da quebra das ligações glicosídicas pelas enzimas endógenas dos secretadas pelo trato gastrointestinal (SERENA et al., 2009). Entretanto, estas enzimas possuem uma certa limitação e conseguem quebrar apenas determinadas ligações glicosídicas, e muitas moléculas de carboidratos escapam desta digestão enzimática no intestino delgado (JARRETT & ASHWORTH, 2018). Para que haja o aproveitamento destas moléculas não digeridas pelas enzimas endógenas, estas devem ser fermentadas pelos microrganismos intestinais.

Segundo BINDELLE et al. (2008), tanto as fibras solúveis, como as fibras insolúveis podem ser degradadas pelas bactérias do intestino dos animais. Entretanto, devido às características físico-químicas destes compostos, as fibras solúveis são mais facilmente degradadas. A degradação microbiana intestinal consiste basicamente na hidrólise dos polissacarídeos presentes na matriz fibrosa. No processo de hidrólise, são formadas moléculas de adenosina trifosfato (ATP), que são utilizadas pelas bactérias intestinais (BINDELLE et al., 2008). A Figura 1 mostra uma representação da degradação das hexoses e pentoses pelos microrganismos intestinais. As hexoses são metabolizadas pela via glicolítica e as pentoses pela via das pentoses fosfato.

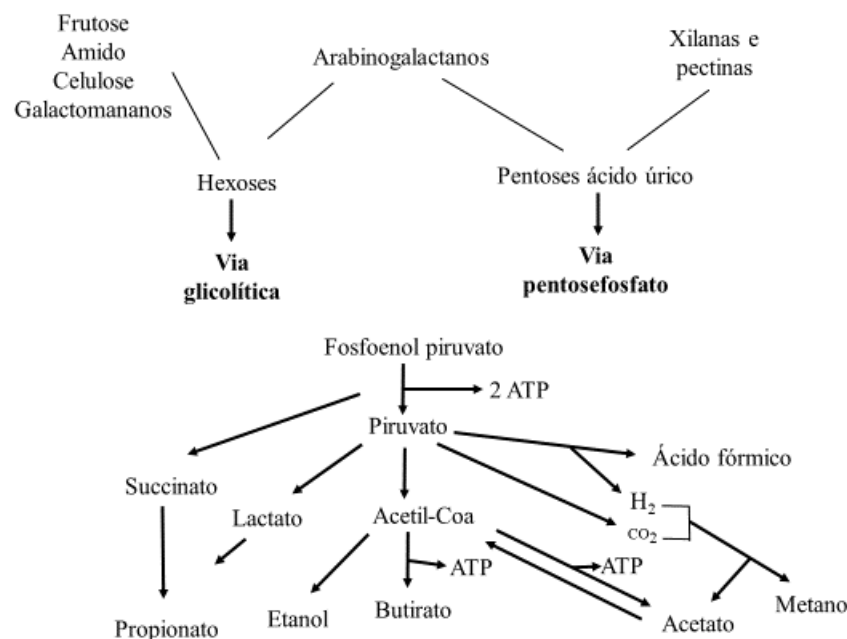


Figura 1- Representação esquemática das vias de fermentação dos polissacarídeos no trato gastrointestinal de suínos. Adaptado de Bindele et al. (2008).

Os compostos resultantes da metabolização dos polissacarídeos são principalmente ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (JARRETT & ASHWORTH, 2018). O aproveitamento da energia dos compostos fibrosos pelo animal está condicionado à quantidade de AGCC produzida. Os três principais ácidos produzidos são o propionato, o acetato e butirato. Dentre estes, o butirato possui o papel principal na regulação do crescimento epitelial intestinal, pois é capaz de induzir a apoptose e a diferenciação celular no intestino, o que aumenta a capacidade absorptiva (BINDELLE et al., 2008).

Segundo VAREL & YEN (1997), a energia oriunda da metabolização dos compostos fibrosos pode contribuir para a manutenção dos animais, sendo este valor até 30% da energia de manutenção para porcas gestantes. A taxa de aproveitamento dos AGCC gerados pela fermentação microbiana é relativamente alta. Segundo JØRGENSEN et al. (1996), menos de 1% dos AGCC decorrentes da fermentação microbiana é eliminada pelo animal e a maior parte (88%) é direcionada para o anabolismo lipídico. Ou seja, apesar de possuir uma menor eficiência, quando comparado ao metabolismo da glicose, a metabolização de compostos fibrosos pode contribuir para a deposição de gordura dos animais.

2.5 Fornecimento de fibra para fêmeas suínas gestantes

O aproveitamento dos nutrientes advindos dos compostos fibrosos está diretamente relacionado à capacidade de fermentação destes compostos pelas bactérias intestinais dos animais (SERENA et al., 2009). Por sua vez, a capacidade de fermentação está relacionada à quantidade e diversidade de microrganismos presentes no intestino dos animais (BLACKWOOD et al., 2000). A fêmea suína adulta apresenta maior quantidade em número e em espécie de bactérias capazes de degradar a fibra dos alimentos. Além disso, apresenta o maior tempo de trânsito intestinal dentro das categorias de produção, o que a faz uma excelente consumidora de alimentos fibrosos (BINDELLE et al., 2008).

A inclusão de fibra na ração de fêmeas suínas gestantes pode acontecer em diferentes fases como no terço inicial, médio e final e também durante toda a gestação. Segundo RAMIREZ et al. (1993), a adição de compostos fibrosos no período pré-cobertura pode atuar no efeito “flushing”, tendo efeitos positivos na taxa ovulatória e consequentemente no número de leitões nascidos. Além disso, segundo GRIESHOP et al. (2001), a inclusão de compostos fibrosos no terço inicial da gestação pode aumentar o

tamanho da leitegada, e isto se deve ao fato de que, com a inclusão destes compostos, há uma menor ingestão de energia, o que levaria à uma maior taxa de sobrevivência embrionária.

QUESNEL et al. (2009) avaliaram o efeito da adição de fibra sobre a fisiologia e o desempenho na lactação de 18 fêmeas em três replicatas suplementadas com uma dieta com alta inclusão de fibra (11,0% FB) a partir do dia 26 de gestação até o parto. Os autores observaram que há uma redução na concentração de leptina antes do parto nos animais suplementados com a dieta com alta inclusão de fibra ($P < 0,01$) e que a leptina foi negativamente correlacionada com a ingestão alimentar na lactação ($r = -0,51$; $P = 0,04$). Além disso, os autores notaram que os leitões oriundos de fêmeas do grupo com alta inclusão de fibra tiveram uma taxa de crescimento maior, quando comparado ao grupo controle (217 vs. 244 g/d; $P = 0,02$).

A redução do consumo alimentar durante a lactação afeta diretamente o desempenho da fêmea e da leitegada, uma vez que a produção de leite é um processo que demanda bastante nutriente, que são obtidos a partir da ingestão da dieta. A leptina é um hormônio produzido pelo tecido adiposo que está diretamente envolvido na regulação do consumo alimentar (HAUSMAN et al., 2012). Ao reduzir a concentração deste hormônio, o animal apresenta uma maior ingestão durante o período de lactação, que pode refletir em uma maior produção de leite e melhor desempenho da leitegada conseqüentemente.

A ingestão de fibra apresenta também um efeito físico sobre o trato gastrointestinal. Segundo JØRGENSEN et al. (1996), os animais alimentados com dietas contendo alta inclusão de fibra apresentam um aumento no tamanho e no peso do estômago, ceco e cólon. A expansão destes órgãos aumenta a capacidade de ingestão, visto que não há uma redução na limitação física de preenchimento intestinal. Este aumento na ingestão é benéfico para os animais no período de lactação, visto que a demanda nutricional aumenta consideravelmente devido à produção de leite. Logo, com o maior espaço, há um aumento na ingestão voluntária de ração. QUESNEL et al. (2009) testaram o efeito de duas dietas com baixa (2,8% FB) e alta inclusão (11,0% FB) de fibra e observaram que o consumo alimentar durante a lactação foi maior no grupo alta fibra quando comparado ao grupo de baixa fibra ($7,19 \pm 0,39$ vs. $6,25 \pm 0,32$ kg/d)

Além dos efeitos na reprodução, a adição de fibra possui um papel extremamente importante para o bem-estar animal (BERGERON et al., 2000). No período de gestação, as fêmeas são alimentadas em um regime de restrição alimentar. Esta restrição visa o controle do peso e do escore de condição corporal dos animais para que não cheguem

acima do peso ideal no momento do parto (YOUNG et al., 2004). Entretanto, esta restrição provoca estereotípias, como por exemplo a mordedura das grades e objetos próximos, aumento do movimento de mastigação, aumento da salivação e consumo excessivo de água (LAWRENCE & TERLOUW, 1993). A adição de fibra na ração destes animais permite a diluição energética em um volume maior de alimento, aumentando assim o preenchimento estomacal/intestinal e proporcionando uma sensação de saciedade (RAMONET et al., 2000). Devido à essa sensação, os animais diminuem a apresentação de estereotípias, sem uma alteração significativa na energia ingerida durante o período de gestação. Segundo BENELAM (2009), a sensação de saciedade fornecida pela adição de fibra na dieta pode ser influenciada pela fonte de fibra adicionada e podem agir em três grandes etapas na cascata da saciedade, sendo estas as etapas sensitivas e cognitivas, a etapa pós-ingestão e a etapa pós-absorção.

2.6 Efeito da inclusão de fibra no desempenho de fêmeas suínas

Apesar de existirem estudos que analisam a performance de fêmeas suínas suplementadas com fibra durante parte ou toda a gestação, os resultados ainda são inconclusivos. Isto se deve à grande variação nas fontes de fibra utilizados, no tempo de suplementação, nas condições de instalação, nas características das fêmeas entre outros (MEUNIER-SALAÜN & BOLHUIS, 2015).

A melhora dos índices produtivos de fêmeas suínas suplementadas com fontes adicionais de fibra se dá basicamente por dois mecanismos. O primeiro está relacionado com a capacidade da fibra de modular as características físicas da digesta (SERENA et al., 2007; OLIVIERO et al., 2009). A suplementação com fibra é capaz de tornar as fezes mais macias, além de proporcionar um melhor trânsito intestinal e evitar problemas de constipação no momento do parto (ZHUO et al., 2020). A constipação consiste na presença de fezes secas e endurecidas na ampola retal, e é relativamente comum em animais no pré-parto, devido as mudanças hormonais e ao tipo de ração fornecida nesta etapa (OLIVIERO et al., 2009). A presença destas fezes ocasiona um impedimento físico para a saída dos leitões no momento do parto, visto que tanto o trato gastrointestinal, quanto o útero compartilham a mesma saída óssea na cavidade pélvica, afetando diretamente o número de animais nascidos vivos, prejudicando a produtividade da fêmea (COWART, 2007).

O segundo potencial modo de ação das fibras está relacionado com a energia pós-prandial liberada pela fermentação microbiana no intestino dos animais (SERENA et al., 2008). Apesar de ser menos eficiente na liberação de energia, quando comparado aos compostos amiláceos, os compostos fibrosos liberam energia através da fermentação intestinal que pode ser utilizada para o animal para diversas atividades. Segundo SERENA et al. (2009), aproximadamente 30% da energia absorvida é originada de ácidos graxos voláteis. Além disso, a energia originada da fermentação intestinal da fibra é disponível por um período pós-prandial muito maior, mas em pequenas quantidades quando comparado aos compostos amiláceos (JARRETT & ASHWORTH, 2018). Esta liberação lenta pode ser benéfica no período pré-parto, quando há uma restrição alimentar, diminuindo assim a disponibilidade de energia no momento do parto.

2.6.1 Desempenho ao parto

Através da junção dos dois modos de ação, os compostos fibrosos podem afetar diretamente etapas essenciais nos processos produtivos das fêmeas, como por exemplo a duração do parto. Com o aumento do tamanho da leitegada nas fêmeas de linhagem moderna, houve também um aumento na duração do parto. O parto é um processo longo e laborioso e que demanda bastante energia, tanto para a contração uterina, quanto para a contração da musculatura da parede abdominal (VALLET et al., 2013). Com o aumento no tamanho da leitegada, houve naturalmente um aumento na duração da expulsão dos leitões. Segundo CHRISTIANSON (1992), há um efeito do aumento da duração do parto sobre o aumento da quantidade leitões natimortos. CANARIO et al. (2006) relataram que há um risco de 23% maior de natimortos a cada hora a mais em trabalho de parto.

Nos sistemas de produção de suínos, não é incomum a restrição alimentar no pré-parto. Este manejo tradicionalmente adotado nos diversos sistemas de produção é baseado na premissa de que a restrição alimentar no pré-parto beneficia a fêmea no momento do parto, ao não permitir que haja o preenchimento da porção final do intestino, o que poderia ser uma barreira física para a saída dos leitões, aumentando assim a ocorrência de leitões natimortos (THEIL, 2015). Entretanto, a realização deste manejo afeta diretamente o fornecimento de energia justamente no momento em que há uma grande demanda para a realização do parto. FEYERA et al. (2018), mostraram que há uma correlação entre a concentração sérica de glicose e a duração do parto ($r = -0,96$; $P < 0,001$), sendo que os animais que se alimentaram em um intervalo de até 3 horas antes do parto apresentaram uma menor duração de parto, e conseqüentemente uma menor necessidade de assistência

ao parto e um menor número de natimortos. Da mesma forma, OLIVEIRA et al. (2020) avaliaram o efeito de um suplemento energético fornecido na data do parto e notaram uma tendência na diminuição duração do parto, na porcentagem de assistência ao parto, na porcentagem de natimortos e no intervalo entre o nascimento e a primeira mamada.

Assim, a suplementação de uma dieta capaz de fornecer energia no momento do parto pode atuar na redução da duração do parto. Os compostos fibrosos apresentam a capacidade de fornecimento de energia através da fermentação pelos microrganismos intestinais (JØRGENSEN et al., 2007). Entretanto, fornecimento de fibra no pré-parto como estratégia de redução na duração do parto ainda é pouco explorada. Há também uma dificuldade na padronização das fontes de variações que podem ter um efeito sobre este parâmetro como período suplementado, número de animais em experimento, fonte de fibra utilizado, genética, entre outros (MEUNIER-SALAÛN & BOLHUIS, 2015).

LOISEL et al. (2013) não encontraram diferença na duração do parto, quando forneceram uma dieta com 7,9% de fibra bruta a partir do dia 106 de gestação até o parto. Da mesma forma, GUILLEMET et al. (2007), utilizando uma dieta com 12,4% de fibra bruta não encontraram diferença na duração do parto fornecendo esta dieta para fêmeas gestantes. Entretanto, nos dois trabalhos citados há um baixo número de animais, e também são categorias de animais diferentes, o que pode influenciar na falta de efeito dos tratamentos sobre esta característica. MORGENTHUM & BOLDUAN (1988) observaram que a suplementação de fibra durante o terço final de gestação provocou uma redução na duração do parto de 9 até 29% das fêmeas suplementadas, reduzindo também a porcentagem de natimortos em 16% nos animais suplementados.

A redução da natimortalidade é um dos resultados altamente desejados dentro dos sistemas de produção, pois o aumento neste índice afeta diretamente a quantidade de animais desmamados (BORGES et al., 2008). A natimortalidade intraparto é a causa mais prevalente dentro das classes de natimortos e pode ser causada por diversos fatores, como aumento no tamanho da leitegada, histórico de leitões natimortos, sobrepeso das fêmeas, aumento da duração do parto entre outros (CUTLER et al., 1981). Leitegadas grandes demandam um maior tempo para expulsão de todos os leitões, estando relacionado ao aumento na quantidade de natimortos (GUILLEMET et al., 2007).

A redução da taxa de natimortos através da suplementação com fibra é uma estratégia ainda pouco explorada. Os potenciais benefícios para a redução da natimortalidade está relacionado a capacidade da fibra em reduzir a constipação nas fêmeas (OLIVIERO et al., 2009) e ao fornecimento extra de energia no momento do

parto, diminuindo sua duração (SERENA et al., 2009). FEYERA et al. (2017) suplementaram 644 fêmeas duas semanas antes do parto com uma ração contendo 22% de fibra bruta e notaram uma redução de 2,2% na natimortalidade. Além disso, os autores notaram que houve uma redução de mortalidade pré-desmame devido à baixa viabilidade no grupo de fêmeas suplementados com alta fibra em relação ao grupo controle (2,8% vs. 1,5%, respectivamente). Já GUILLEMET et al. (2007) forneceram uma dieta com alta inclusão de fibra (12,4%) a partir da 5ª semana de gestação e não encontram diferença entre a porcentagem de natimortos quando comparado ao grupo controle com 3,2% de fibra (5,3 vs. 7,7%).

3 ARTIGO CIENTÍFICO

ARTIGO A SER SUBMETIDO

Effects of dietary fiber supplementation in the prepartum on farrowing characteristics and performance of sows and their litters

Willian Rodrigues Valadares¹; Leonardo Abreu Leal¹; Kevin Graham Smith de Almeida¹; Dani Perondi²; Rafael Kummer²; Carine Mirela Vier³; Uislei Antonio Dias Orlando³; Rafael da Rosa Ulguim¹; Fernando Pandolfo Bortolozzo¹; Ana Paula Gonçalves Mellagi¹

¹*Department of Animal Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre 91540-000, Brazil*

²*Master Agroindustrial, 8956-000 Videira, Santa Catarina Brazil*

³*Global Nutrition Department, Pig Improvement Company, 100 Bluegrass Commons Blvd, Ste. 2200, Hendersonville, TN 37075, USA*

Abstract

The late gestation is a critical phase where several changes could affect the productivity of the sows. The inclusion of fiber in the diet to improve the sows and piglet performance has been studied. Our objective was to evaluate dietary fiber supplementation effects in late gestation on farrowing characteristics and sow and piglet's performance. On d 105 of gestation, a total of 420 sows were selected according to body condition score, caliper units, and parity (0 to 6) and randomly assigned to one of two treatments in a completely randomized design. Treatments included 1) Low fiber diet (LF) with 2.02% crude fiber; and 2) Moderate fiber diet (MF) with 5.12% crude fiber. The LF diet was based on corn and soybean meal with 3.26 Mcal of ME kg⁻¹ and 0.60% SID Lys. The MF diet was corn-soybean meal-based with 10% soy hulls, containing 3.13 Mcal kg⁻¹ and 0.60% SID Lys. Sows in both treatments were fed 1.8 kg/d. The fecal score was evaluated daily until farrowing. Farrowing duration and birth weight of born alive and stillborn piglets were recorded. The farrowing was manually assisted when the birth interval was longer than 30 min. Data were analyzed by the GLIMMIX procedure of SAS, and comparisons were performed with Student's t-test at 5% of significance. Sows fed MF diet had fewer days with dry feces than those fed LF diet ($P=0.008$). No evidence for treatment effects was observed on farrowing duration ($P=0.25$) and farrowing assistance ($P=0.09$). Sows fed MF diet had a greater number of total piglets born ($P=0.01$), but there was no evidence ($P>0.05$) for treatment differences on the percentage of piglets born alive, stillborn piglets, or mummified fetuses. Piglets from sows fed LF diet had a greater birth weight than those from sows fed MF diet ($P=0.04$). No evidence for differences were observed between treatments for pre-weaning mortality, number and weight of weaned pigs ($P>0.05$). In conclusion, the MF diet did not show positive effects on farrowing duration, farrowing assistance, and sow and piglet performance.

Keywords: fiber, late gestation, parturition.

Introduction

Over the past few decades, genetic improvement has been responsible for a significant increase in the number of piglets born per litter (TOKACH et al., 2019). As a result, other characteristics were directly affected, such as farrowing duration (THEIL, 2015). Farrowing is a very costly process from an energetic point of view (VALLET et al., 2013), and its duration is related to several factors, such as constipation (OLIVIERO et al., 2010), parity (BJÖRKMAN et al., 2017), and total piglets born (EDWARDS & BAXTER, 2015). According to CANARIO et al. (2006), the increase in farrowing duration is related to a higher incidence of stillbirths. In this scenario, studies have been performed to mitigate the consequences of higher farrowing duration to improve the characteristics directly correlated with the farrowing process.

The use of nutritional strategies as a tool for modulating farrowing duration has been developed. OLIVIERO et al. (2010) showed that sows with constipation have a longer duration of farrowing than non-constipated sows. Furthermore, OLIVIERO et al. (2009) noticed that the supply of a diet with high fiber inclusion (7% CF) in the peripartum reduces constipation without negative effects on energy balance. FEYERA et al. (2018) showed that the farrowing duration is directly correlated with the serum concentration of glucose at farrowing. OLIVEIRA et al. (2020) observed that sows receiving an energetic supplement at farrowing showed a reduction in farrowing duration with less farrowing assistance and a lower percentage of stillbirths. Increasing the energy of the diet through supplementation with fast-digesting compounds seems to be an efficient strategy to improve the kinetics of farrowing. However, some studies have shown that increasing energy in the peripartum period is correlated with an increase in the occurrence of postpartum dysgalactia syndrome, impairing female productivity (GÖRANSSON, 1989; PAPADOPOULOS et al., 2010).

A good strategy to improve energy status at the time of farrowing might be the use of a substrate, that even if consumed for an extended period before farrowing, would be able to release energy for a longer postprandial period (THEIL, 2015). For this purpose, a potential substrate is an addition of fiber to the diet during the final third of gestation. The use of fiber as a strategy that enhances satiety and improves animal welfare has already been widely explored in previous studies (ROBERT et al., 1993; HOLT et al., 2006). However, from the productive point of view, the addition of fiber in the final third of gestation is little explored.

The energy source in animals supplemented with fibrous feed occurs through microbial fermentation in the gastrointestinal tract (JØRGENSEN et al., 2007). The fermentation of fibrous substrates produces short-chain fatty acids (SFCA) that the female can use as energy (SERENA et al., 2009). The energy from this fermentation process can supply up to 30% of the maintenance energy requirement of gestating sows (VAREL & YEN, 1997). Furthermore, the metabolization of fibrous compounds has a longer postprandial absorption time when compared to starch (SERENA et al., 2008); thus, the energy availability for a longer period, only in smaller quantities. Another advantage of fiber is that the energy obtained by short-chain fatty acids produced from microbial fermentation, being beneficial for intestinal health (JHA et al., 2019) and is not correlated with the occurrence of postpartum dysgalactia syndrome (PAPADOPOULOS et al., 2010). Also, supplementation with fiber can reduce constipation, which improves the kinetics of the farrowing, and consequently, the productivity of females (OLIVIERO et al., 2009).

Therefore, this study aimed to evaluate the effect of supplementation of a diet with moderate fiber inclusion in the prepartum period on the farrowing duration and sow and piglet performance.

Material and methods

The Institutional Animal Care and Use Committee of the Federal University of Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS) approved the protocols used in this experiment according to the process 38923.

Location

The study was conducted on a commercial pig farm, with approximately 5.000 sows in the north of Santa Catarina state (Brazil), between January and March, which corresponds to summer and early fall in the southern hemisphere. The average, minimum, and maximum temperatures in the region during the study were 20.0, 16.0, and 24.0 °C, respectively.

Animals and housing

During gestation, sows were individually housed (2.20 × 0.60 m) with automatic feeders. On day 112 of gestation, sows were moved to farrowing rooms and individually housed in crates with a partially slatted concrete floor (2.2 × 0.70 m). Each farrowing pen

was designed with an area for piglets with floor heat and an infrared heating lamp to keep the ambient temperature at 32°C around farrowing. The temperature inside the barn ranged from 20.3 to 28.7°C. Piglets did not receive creep feeding during the lactation period.

Experimental Design

On day 104 of gestation, a total of 420 sows (Landrace x Large White, PIC Camborough Hendersonville, TN, USA) were selected according to the following characteristics: body condition score (BCS, between 2.5 and 3.5) (1-5 scale; YOUNG et al., 2004), caliper units (1-25 scale; KNAUER & BAITINGER, 2015), and parity between 0 and 6. From day 105 of gestation until farrowing, the females were randomly assigned into one of the treatments: low fiber (LF - 1.8 kg/d of gestation diet with 2.02% of crude fiber; Table 1) or moderate fiber (MF - 1.8 kg/d of the gestation diet with 5.12% of crude fiber). All females were fed manually once a day (at 07:00 am). After parturition, all sows received the same lactation diet (3.30 Mcal ME per kg, 19.9% CP, and 1.12% SID Lys). During gestation and lactation, animals had *ad libitum* access to water.

Data collection and Measurements

Body condition score and caliper unit measurements were performed at selection, transfer to the farrowing room (approximately 112 days of gestation), and at weaning.

Feces consistency was assessed daily from day 105 until the parturition, in the morning (06:00 am), before the daily cleaning. The feces were classified as described by OLIVIERO et al. (2009). Scores ranging from 0 to 5 were attributed, as following: 0 (absence of feces), 1 (dry and pellet-shaped), 2 (between dry and normal), 3 (normal and soft, but firm and well-formed), 4 (between normal and wet, still formed but not firm), and 5 (very wet feces, unformed and liquid).

The farrowing duration was considered as the time between the first and the last piglet expulsion. The birth weight of the born alive and stillborn piglets was registered within 6 h of birth, using a scale with a 1 g resolution. The mummified fetuses were not weighed; however, the number was recorded to be included in the total number of piglets born. When the birth interval was longer than 30 min, the sow was manually assisted. All piglets were processed and individually marked with a sign on the ear according to the respective treatment. Piglet cross-fostering was performed within 24 h of birth, within each treatment (dietary treatment) (13.9 ± 0.1 and 13.7 ± 0.1 for LF and MF, respectively;

P=0.22). After cross-fostering, there was no further addition of the piglets to the litters, and all the piglets were weighed one day before the weaning.

Piglet mortality was recorded during lactation. The identification of the causes of death was established based on the physical examination of the dead piglets. All records were performed by the same technician previously trained.

Statistical Analyses

Five animals were removed due to abortion (n=1), pelvic organ prolapse (n=2), and sickness during gestation (n=2). Another 13 animals were excluded from the analyses due to short gestation length (< 112d) and outliers for parturition intervals longer than 16 hours.

All data were analyzed using the Statistical Analysis System software, version 9.4 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA). The results were considered significant at $P < 0.05$. All models included the fiber treatment as fixed effect. The week of treatment onset was included as a random effect. Parity class (nulliparous vs. multiparous) was tested as a fixed effect, and since no significant interaction between parity and treatment was observed for any variable ($P > 0.17$), parity was pulled in all models.

The GLIMMIX procedure was used to analyze parity, caliper units, BCS, duration of treatment, gestation length, number of total born piglets, duration of farrowing piglets born alive, individual piglet birth weight (born alive + stillborn piglets), litter size after cross-fostering, litter size at weaning, number of weaned piglets, lactation length, and all these variables were fitted as normal distributed. The GLIMMIX procedure was used for BCS, considering a beta distribution and for the number of days with dry feces, considering a multinomial ordinal distribution, using a logistic regression model. Four classes were used to determine the number of days with dry feces: 0, 1 to 2, 3 to 4, and ≥ 5 days with dry feces. The percentage of piglets born alive, stillborn piglets, and mummified fetuses were analyzed as a binomial distribution. The percentage of sows with manual assistance at the farrowing was analyzed as a binary distribution.

Table 1- Composition of the low and rich fiber diets (as-fed-basis)

Ingredient	Gestation		
	Low fiber	Moderate Fiber	Lactation
Corn	84.84	75.68	58.22
Soybean meal	11.5	10.7	34,30
Soybean Hulls	-	10	-
Vitamin and mineral premix	0.5	0.5	1.00
Dicalcium phosphate	0.88	0.89	1.04
Limestone	1.22	1.11	1.34
Salt	0.50	0.50	0.50
L-Lys	0.306	0.278	0.215
DL-Met	0.05	0.09	0.06
L-Thr	0.09	0.09	0.09
Total	99.88	99.83	100.00
Calculated analysis			
SID ¹ AA, %			
Lys, %	0.69	0.62	1.19
Met and Cys:Lys, %	70	70	54
Thr:Lys, %	76	76	64
Trp:Lys, %	19	19	20
Val:Lys, %	80	73	72
ME, Mcal/Kg	3.23	3.10	3.44
CP, %	12.22	12.59	21.69
CF, %	2.02	5.12	-
Ca, %	0.80	0.80	0.91
STTD P ² %	0.44	0.43	0.46
Na, %	0.20	0.20	0.24
Cl, %	0.41	0.40	0.57

Provided, per kilogram of gestation diet: 10,800 IU of vitamin A; 2,460 IU of vitamin D₃; 72 UI of vitamin E; 3.08 mg of vitamin K₃; 2.30 mg of vitamin B₁; 5.06 mg of riboflavin (B₂); 2.76 mg of pyridoxine (B₆); 30.82 µg of vitamin B₁₂; 30.82 mg of niacin; 23.80 mg of pantothenic acid; 1.93 mg of folic acid; 0.47 mg of biotin; 1.6 g of choline; 0.40 mg of selenium; 115.95 mg of iron; 25.0 mg of cooper; 40.77 mg of manganese; 138.07 mg of zinc; 0.42 mg of iodine. Provided, per kilogram of diet lactation: 11,000 IU of vitamin A; 2,400 IU of vitamin D₃; 80 UI of vitamin E; 2.68 mg of vitamin k₃; 2.00 mg of vitamin B₁; 4.4 mg of riboflavim (B₂); 2.4 mg of pyridoxine (B₆); 26.8 µg of vitamin B₁₂; 26.8 mg of niacon; 12.0 mg of pantothenic acid; 1.68 mg of folic acid; 0.37 mg of biotin; 1.90 g of choline; 0.400 mg selenium; 113.20 mg of iron; 50.0 mg of copper; 42.37 mg of manganese; 131.67 mg of zinc; 1.26 mg of iodine.

¹SID = standardized ileal digestible

²STTD = Standardized total tract digestible.

RESULTS

No differences were observed between LF and MF for parity (2.6 ± 0.09 ; $P = 0.79$), BCS and caliper unit on day 105 of gestation (3.2 ± 0.03 and 14.24 ± 0.1 , respectively), at the moment of transfer to the farrowing room (3.0 ± 0.02 and 13.38 ± 0.01 , respectively) and at weaning (2.8 ± 0.03 and 12.2 ± 0.1 , respectively) ($P > 0.28$). The period of treatment was 9.0 ± 0.03 days ($P = 0.48$) and the gestation length was 114.9 ± 0.05 days ($P = 0.43$).

Feces evaluation

Four classes were used to determine the number of days with dry feces during the treatment (0, 1 to 2, 3 to 4 and ≥ 5 days), as shown in Figure 1. MF group had more sows showing no occurrence of dry feces during the treatment period ($P = 0.008$).

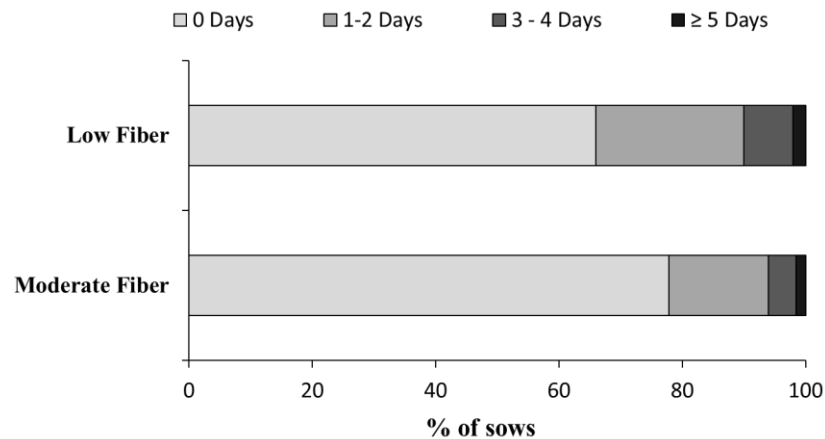


Figure 1- Distribution of sows according with days with dry feces (scoring from 0 to 2) when fed a Moderate fiber (5.02% Crude fiber) or a Low fiber (2.03% Crude fiber) diet. Logistic-regression model, considering multinomial ordinal distribution for having no events of dry feces: $P = 0.008$

Farrowing and lactational performance

No effects of the treatments were observed on farrowing duration ($P = 0.25$) and farrowing assistance ($P = 0.09$), as shown in Table 2. Sows from the MF group had a greater number of total piglets born and piglets born alive ($P = 0.01$). However, the percentage of piglets born alive, stillborn, and mummified fetuses did not differ between the treatments ($P \geq 0.29$). Piglets from the LF group had a higher birth weight than those

in the MF group ($P = 0.04$). No differences were observed between the groups for the number and weight of weaned pigs ($P \geq 0.51$).

Greater cumulative piglet mortality was observed in MF group up to two days ($P = 0.02$; Figure 2), with no difference observed up seven days of life ($P \geq 0.31$) or in the total pre-weaning mortality (7.2 vs. 8.3%, for LF and MF, respectively; $P=0.10$).

Table 2- Sow and piglet performance, according to diet treatment between 105 of gestation until farrowing.

Item	Treatments ¹		P-Value
	LF (<i>n</i> = 201)	MF (<i>n</i> = 201)	
Farrowing duration (min)	258.1±6.6	268.5±6.7	0.25
Farrowing assistance (%) ²	30.85	39.30	0.09
Total piglets born (<i>n</i>)	15.6±0.2	16.8±0.2	0.01
Born alive (<i>n</i>)	14.6±0.2	15.3±0.2	0.01
Born alive (%)	94.2±0.4	94.5±0.4	0.61
Stillborn piglets (%)	4.2±0.4	3.7±0.4	0.29
Mummified fetuses (%)	1.6±0.3	1.8±0.3	0.55
Piglet birth weight (g) ³	1278.2±13.2	1242.3±13.3	0.04
Litter size after cross-fostering	13.9±0.1	13.7±0.1	0.22
Weaned piglets (<i>n</i>)	12.5±0.1	12.4±0.1	0.51
Weaned litter weight (g)	5534.9±55.0	5496.5±56.9	0.60

¹Treatments: Low fiber (LF) - 1.8 kg of conventional gestation diet with 2.02% of crude fiber.

Moderate fiber (MF) - 1.8 kg of the gestation diet with 5.12% of crude fiber.

²Sows manually assisted at least once during farrowing.

³Calculated considering the number of born alive + stillborn.

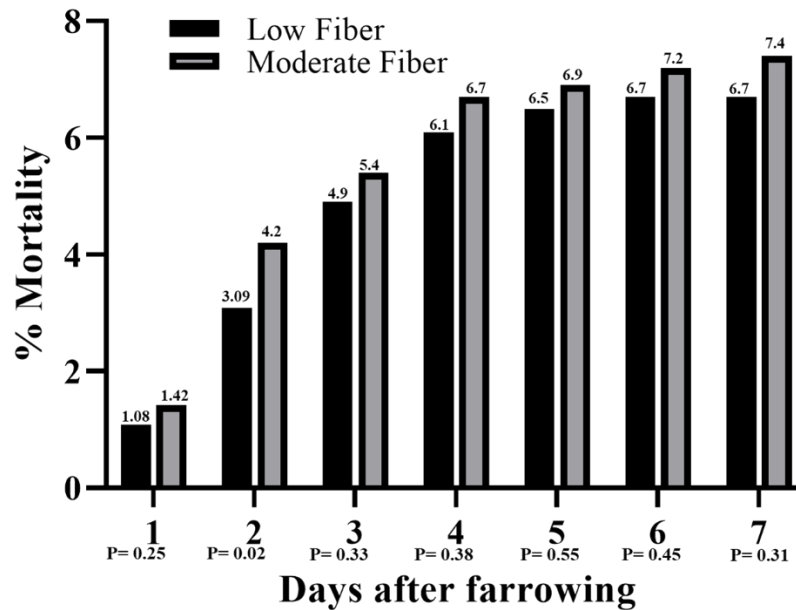


Figure 2- Cumulative piglet mortality in the first week of lactation, according to diet treatments between d 105 of gestation until farrowing (LF: low fiber - 1.8 kg of conventional gestation diet with 2.02% crude fiber; MF: moderate fiber - 1.8 kg of the gestation diet with 5.12% crude fiber)

DISCUSSION

Lower feed consumption is expected before and during farrowing, reducing the frequency of defecation, increasing constipation occurrence and impairing the progress of the farrowing. Also, food restriction leads to a reduction in serum glucose concentration, consequently, less energy available for the intense contraction that the uterus and abdominal muscles will require (THEIL, 2015). Our study hypothesized that providing a diet with moderate fiber inclusion before farrowing would improve the softness of the female feces in the prepartum and the time of the farrowing, decreasing stillborn piglet. Furthermore, increase the energy available at the parturition time, improving female productivity and piglet performance. This hypothesis was based on the work of OLIVIERO et al. (2009), who found a positive effect of the supply of fiber feedstuff on mitigating the occurrence of constipation, and SERENA et al. (2009), who showed that the postprandial serum concentration of glucose is lower for fibrous sources, but it is sustained for a longer period. Based on these studies, the female would benefit from this energy source even if she ingested the feed in a long-time-interval.

Feces evaluation

Constipation is common in sows around farrowing. With the oncoming of the farrowing, the sow reduces the feed and water intake. This decrease causes an increase in the feces' dry matter (DM) content, which lead to a lower frequency of defecation, causing constipation (TABELING et al., 2003). Soybean hull has a large portion of insoluble fiber that benefited the digesta by making the feces softer. Indeed, through the qualitative analysis of the scores, it was possible to notice that the animals in the MF group had fewer days with dry feces than the low fiber group.

Several studies documented the role of dietary fiber in feces consistency. During the transition from late gestation to early lactation, KROGH et al. (2015) showed that the probability of sows fed with sugar beet pulp diets 230 g of dietary fiber (DF) to have soft feces is higher when compared to non-supplemented animals with 150 g of DF (68 vs. 29% respectively). Similarly, feeding sows three weeks before farrowing with 7% CF softened the feces consistency and reduced the percentage of sows with severe constipation (5% vs. 22%), compared to feeding with 3% CF (OLIVIERO et al., 2009). Our study did not find animals with constipation (one or more days without fecal production) even in the LF group. Thus, a moderate level of fiber could not have the same influence in herds where constipation is more evident.

Farrowing and lactational performance

The expected effect of fiber on the farrowing process is related to fibrous compounds' ability to improve the feces score at farrowing, thus, decreasing any physical barriers that could make difficult the piglet expulsion. Furthermore, the energy through the fermentation of dietary fibrous compounds could alleviate the sow's physical efforts (THEIL, 2015). However, the effect of a rich fiber diet on the duration of farrowing and stillbirth is controversial.

Our study observed no effect on the farrowing length and piglet survival during the farrowing process. As observed by the feces consistency, females did not show severe constipation that might impair the fetal expulsion (OLIVIERO et al., 2010). Besides, we used a moderate fiber inclusion in the MF diet (5.12% CF), which could be insufficient to alter the farrowing kinetics. ZHUO et al. (2020) studied six different levels of crude fiber (2.9%, 3.9%, 4.6%, 5.5%, 5.9%, 6.9%) throughout gestation and did not find an effect on reducing the duration of farrowing and the stillbirth rate. With higher inclusion of fiber (12.4%) from day 35 of gestation until farrowing, GUILLEMET et al. (2007) also

found no difference in duration of parturition (213 vs. 209 min) and the percentage of stillbirths (5.3 vs. 7.7%). On the other hand, FEYERA et al. (2017) showed that supplementation of 15% CF during the last two weeks of gestation was able to reduce the percentage of stillbirth (8.8 vs. 6.6% for Control and Dietary fiber-supplemented diet, respectively; $P < 0.001$). Similar results were obtained by WU et al. (2020), who observed a greater number of piglets born alive when the females were fed with a 3% fiber-mixture diet (1:1 of guar gum and cellulose); but with no evidence of the effect on farrowing duration (229.9 vs. 260.6 min for fiber mixture and control, respectively; $P = 0.21$).

Another possible reason for the lack of effect could be related to the fibrous substrate's characteristics. The soybean hulls are a by-product of soybean oil extraction and have a high total fiber value (NRC, 2012). However, when this value is stratified, it is possible to notice that the insoluble fraction corresponds to averages 60% of the total fiber value (COLE et al., 1999). The insoluble fraction acts in a physical and non-chemical pathway, which means that it helps in the time of passage of the digesta, improving the softness of the feces but is unable to interfere with the energy required for the farrowing process (JARRETT & ASHWORTH, 2018). Although there was an effect on feces softness during the treatment, this could not affect the percentage of stillborn by reducing the duration of farrowing. It is interesting to note that despite the different sources of fiber and different levels of inclusion in the different studies, the results seem to agree that the inclusion of fiber in the pre-partum period has little or no effect on the duration of farrowing.

The larger litter size observed in the MF group is considered occasional and cannot be attributed to the treatments since, when they were selected, at 105 days of gestation, there was already a complete litter formation. Furthermore, the number of piglets born in the previous cycle was performed for the randomization process at the beginning of the experiment. In consequence of greater litter size, the individual piglet birth weight was reduced in MF, as expected (MILLIGAN et al., 2002).

The lack of effect of dietary fiber on piglet birth weight has been reported by previous studies, in a short period or throughout gestation. QUESNEL et al. (2009) investigated the effects of a high fiber diet (11.0%CF) from d 26 of gestation until farrowing and did not find a difference in piglet birth weight for the control or high fiber group (12.9 vs. 12.8 respectively; $P = 0.41$). Similarly, GUILLEMET et al. (2007) supplied a high fiber diet (12.4% CF) from the fifth week of gestation until the day of

farrowing and did not find any difference in piglet birth weight for any group (1.40 vs. 1.40 kg, $P > 0.05$).

A rich fiber diet on litter size seems to be evident when the treatment period is superior to the present study. Feeding sows during the whole gestation with guar gum and cellulose as dietary fiber sources, ZHUO et al. (2020) found a linear effect of fiber inclusion in the diet on the total number of piglets born. HOLT et al. (2006) evaluated the effect of a control diet (2.7% CF) and a high fiber diet (14.8% CF) from the day after weaning until day 109 of gestation and found that the animals from the control group had an increase in the number of total born piglets and piglets born alive. REESE et al. (2008), in a review with 24 studies, showed that there is an increase in the number of total piglets born and born alive in animals supplemented with high fiber diets, but this effect is only noticed after the second reproductive cycle. In our study, the treatment was applied in the last ten days of gestation, which could be insufficient to affect litter size.

Dietary fiber during gestation is known by increasing feed intake by sows during the subsequent lactation period (OELKE et al., 2018; QUESNEL et al., 2009) and the colostrum composition (KROGH et al., 2015; LOISEL et al. 2013), which are essential for piglet survival and development. There was no difference in the number and weight of piglets at weaning and piglet mortality rate during lactation in the present study. Indeed, the findings regarding the effect of fiber in the maternal diet are controversial. OELKE et al. (2018), comparing three levels of crude fiber (3.8, 7.9, 11.5% g kg^{-1}) supplemented from day 74 to day 114 of gestation, reported that the sows in the group with the highest fiber inclusion had heavier weaned piglets. ZHUO et al. (2020) found a linear increase in sow feed intake during lactation with the increase of fiber in the diet (2.9; 3.9; 4.6; 5.2; 5.9 and 6.6% CF) throughout gestation; but with no difference in the litter weight or the number of weaned piglets. LOISEL et al. (2013) showed that the animals in the high fiber group (7.9% CF), from day 106 of gestation until the farrowing, had lower pre-weaning mortality than the animals in the low fiber (3.3%) group (6.2 vs. 14.7%). Contrarily, OLIVIERO et al. (2009) found no differences in the pre-weaning mortality ($P > 0.05$) between 3.8 and 7.0% CF. Thus, it seems that differences among the studies might be related to the level of and time of supplementation of dietary fiber.

The inclusion of fiber during the pre-farrowing period needs further investigation, considering the fiber source and level of inclusion. Furthermore, feeding strategy with different diets in gestation facilities is not always possible for many pig husbandries.

Finally, the effect of fiber inclusion in the final gestation period should be investigated over consecutive cycles to consolidate this management.

CONCLUSION

Our results showed that supplying modern sows with a moderate fiber (5% CF) diet ten days before parturition has a positive effect on sow feces consistency but does not improve the farrowing process or piglet performance during the suckling period. Further investigation is needed to test different fiber sources and different inclusion levels to improve the farrowing process and piglet performance.

REFERENCES

- AGYEKUM, A. K. et al. Effects of supplementing processed straw during late gestation on sow physiology, lactation feed intake, and offspring body weight and carcass quality. **Journal of animal science**, v. 97, n. 9, p. 3958–3971, Sep. 2019.
- BJÖRKMAN, S. et al. The effect of litter size, parity and farrowing duration on placenta expulsion and retention in sows. **Theriogenology**, v. 92, p. 36–44, 2017.
- CANARIO, L. et al. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 12, p. 3185–3196, 2006.
- COLE, J. T. et al. Soybean hulls as a dietary fiber source for dogs. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 4, p. 917–924, 1999.
- EDWARDS, S. A.; & BAXTER, E. M. Piglet mortality: causes and prevention. In: FARMER, C. (Ed.). **The Gestating and Lactating Sow**. [s.l: s.n.]. p. 253–278.
- FEYERA, T. et al. Dietary supplement rich in fiber fed to late gestating sows during transition reduces rate of stillborn piglets. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 12, p. 5430–5438, 2017.
- FEYERA, T. et al. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 6, p. 2320–2331, 2018.
- GÖRANSSON, L. The Effect of Feed Allowance in Late Pregnancy on the Occurrence of Agalactia Post Partum in the Sow. **Journal of Veterinary Medicine Series A**, v. 36, n. 1–10, p. 505–513, 1989.
- GUILLEMET, R. et al. Dietary fibre for gestating sows: Effects on parturition progress, behaviour, litter and sow performance. **Animal**, v. 1, n. 6, p. 872–880, 2007.

- GUILLEMET, R. et al. Feed transition between gestation and lactation is exhibited earlier in sows fed a high-fiber diet during gestation. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 8, p. 2637–2647, 2010.
- GUILLOU, D. et al. Influence of fiber type and content and amino acid levels in the sow lactation diet on farrowing process, sow health, and piglet vitality. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 7, p. 146–149, 2016.
- HOLT, J. P. et al. Effects of a high-fiber diet and frequent feeding on behavior, reproductive performance, and nutrient digestibility in gestating sows. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 4, p. 946–955, 2006.
- JARRETT, S.; & ASHWORTH, C. J. The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 9, n. 1, 2018.
- JHA, R. et al. Dietary fiber and intestinal health of monogastric animals. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, n. MAR, p. 1–12, 2019.
- JØRGENSEN, H. et al. The fermentative capacity of growing pigs and adult sows fed diets with contrasting type and level of dietary fibre. **Livestock Science**, v. 109, n. 1–3, p. 111–114, 2007.
- KNAUER, M. T.; & BAITINGER, D. J. The sow body condition caliper. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 175–178, 2015.
- KROGH, U. et al. Colostrum production in sows fed different sources of fiber and fat during late gestation. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 95, n. 2, p. 211–223, 2015.
- LOISEL, F. et al. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5269–5279, 2013.
- MILLIGAN, B. N.; DEWEY, C. E.; & DE GRAU, A. F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 56, n. 2, p. 119–127, 2002.
- NRC. **Nutrient-Requirements of swine: Eleventh Revised Edition**. National A ed. Washington, D. C.: [s.n.].
- OELKE, C. A. et al. Effect of different levels of total dietary fiber on the performance of sows in gestation and lactation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 47, 2018.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Supplying sows energy on the expected day of farrowing improves farrowing kinetics and newborn piglet performance in the first 24 h after birth.

Animal, p. 1–6, 2020.

OLIVIERO, C. et al. Feeding sows with high fibre diet around farrowing and early lactation: Impact on intestinal activity, energy balance related parameters and litter performance. **Research in Veterinary Science**, v. 86, n. 2, p. 314–319, 2009.

OLIVIERO, C. et al. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. **Animal Reproduction Science**, v. 119, n. 1–2, p. 85–91, 2010.

PAPADOPOULOS, G. A. et al. Risk factors associated with postpartum dysgalactia syndrome in sows. **Veterinary Journal**, v. 184, n. 2, p. 167–171, 2010.

QUESNEL, H. et al. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 2, p. 532–543, 2009.

REESE, D. et al. Dietary Fiber in Sow Gestation Diets - An Updated Review Dietary Fiber in Sow Gestation Diets - An Updated Review. **Nebraska Swine reports**, v. 1, n. January, 2008.

ROBERT, S. et al. HIGH-FIBER DIETS FOR SOWS - EFFECTS ON STEREOTYPIES AND ADJUNCTIVE DRINKING. **APPLIED ANIMAL BEHAVIOUR SCIENCE**, v. 37, n. 4, p. 297–309, 1993.

SERENA, A.; JØRGENSEN, H.; & BACH KNUDSEN, K. E. Digestion of carbohydrates and utilization of energy in sows fed diets with contrasting levels and physicochemical properties of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 9, p. 2208–2216, 2008.

SERENA, A.; JØRGENSEN, H.; & BACH KNUDSEN, K. E. Absorption of carbohydrate-derived nutrients in sows as influenced by types and contents of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 136–147, 2009.

SONG, R. High fiber during late gestation. v. 90, n. 08, p. 2017–2018, 2018.

TABELING, R.; SCHWIER S.; KAMPHUES J. Effects of different feeding and housing conditions on dry matter content and consistency of faeces in sows. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v.87, p. 116-121.2003.

THEIL, P. K. Transition feeding of sows. In: FARMER, C. (Ed.). . **The Gestating and Lactating Sow**. Denmark: [s.n.]. p. 147–172.

TOKACH, M. D. et al. Review: Nutrient requirements of the modern high-producing lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. **Animal : an international journal of animal bioscience**, v. 13, n. 12, p. 2967–2977, 2019.

VALLET, J. L.; MILES, J. R.; & REMPEL, L. A. Effect of creatine supplementation

during the last week of gestation on birth intervals, stillbirth, and preweaning mortality in pigs. **Journal of Animal physiology**, v. 91, n. 5, p. 2122–2132, 2013.

VAREL, V. H.; & YEN, J. T. Microbial Perspective on Fiber Utilization by Swine. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 10, p. 2715–2722, 1997.

WU, J. et al. Effects of purified fibre-mixture supplementation of gestation diet on gut microbiota, immunity and reproductive performance of sows. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 104, n. 4, p. 1144–1154, Jul. 2020.

YOUNG, M. G. et al. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p. 3058–3070, 2004.

ZHUO, Y. et al. Inclusion of purified dietary fiber during gestation improved the reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 11, n. 1, 2020.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do grande potencial da utilização de fibra no pré-parto na melhoria da produtividade das fêmeas no parto, não foram encontrados efeitos significativos. A utilização de fibra no pré-parto não se mostrou eficaz na redução da duração e necessidade de assistência ao parto, porcentagem de natimortos e mortalidade pré-desmame.

Apesar de estudos anteriores mostrarem efeitos da utilização de fibras sobre o desempenho das fêmeas e dos leitões, de maneira geral, os resultados ainda são inconclusivos. A grande variação nas características das fibras e no tempo de fornecimento é um dos fatores que explicam o motivo que alguns estudos conseguem um efeito positivo e outros não. As fontes de fibra são diversas, o que interfere diretamente no modo de utilização pelos animais. Além disso, a porcentagem de inclusão, tempo de fornecimento e tamanho amostral parecem exercer um papel fundamental para que haja efeito.

O nosso trabalho foi realizado em condições comerciais com um tamanho amostral grande ($n = 420$) e com a utilização de casca de soja, que é hoje no Brasil uma das principais fontes de fibras disponíveis em grande volume que seria capaz de suprir a demanda das granjas. É preciso a realização de novos estudos em condições comerciais com diferentes níveis de inclusão e tempo de fornecimento para que os benefícios dessa estratégia nutricional sejam encontrados e aplicados nos sistemas de produção para melhoria da produtividade das fêmeas.

5 REFERÊNCIAS

- ASSALI, N. S. et al. Measurement of Uterine Blood Flow and Uterine Metabolism V. Changes During Spontaneous and Induced Labor in Unanesthetized Pregnant Sheep and Dogs. v. 195, p. 614–620, 1958.
- BENELAM, B. Satiating, satiety and their effects on eating behaviour. **Nutrition Bulletin**, v. 34, n. 4, p. 412–416, 2009.
- BERGERON, R. et al. Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 70, n. 1, p. 27–40, 2000.
- BINDELLE, J.; BULDGEN, A.; & LETERME, P. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: A review. **Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: A review**, v. 12, n. 1, p. 69–80, 2008.
- BLACKWOOD, A. D. et al. Dietary fibre, physicochemical properties and their relationship to health. **Journal of The Royal Society for the Promotion of Health**, v. 120, n. 4, p. 242–247, 2000.
- BORGES, V. F. et al. Perfil de natimortalidade de acordo com ordem de nascimento, peso e sexo de leitões. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 5, p. 1234–1240, 2008.
- CANARIO, L. et al. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 12, p. 3185–3196, 2006.
- CHOCT, M. Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: Classification and function. **Animal Production Science**, v. 55, n. 11–12, p. 1360–1366, 2015.
- CHRISTIANSON, W. T. Stillbirths, mummies, abortions, and early embryonic death. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, v. 8, n. 3, p. 623–639, 1992.
- COWART, R. P. Parturition and dystocia in swine. In: SAUDERS, W. B. (Ed.). . **Current therapy in large animal theriogenology**. [s.l.: s.n.]. p. 778–784.
- CUTLER, R.; HURTGEN, J. .; & LEMAN, A. D. Reproductive system. In: LEMAN, A. D. et al. (Eds.). . **Diseases of Swine**. 5ed. ed. Ames: Iowa State University: [s.n.]. p. 96–129.
- DROCHNER, W.; KERLER, A.; & ZACHARIAS, B. Pectin in pig nutrition, a

- comparative review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 88, n. 11–12, p. 367–380, 2004.
- EDWARDS, S. A.; & BAXTER, E. M. Piglet mortality: causes and prevention. In: FARMER, C. (Ed.). . **The Gestating and Lactating Sow**. [s.l: s.n.]. p. 253–278.
- ENGLYST, H. Classification and measurement of plant polysaccharides. **Animal Feed Science and Technology**, v. 23, n. 1–3, p. 27–42, 1989.
- FEYERA, T. et al. Dietary supplement rich in fiber fed to late gestating sows during transition reduces rate of stillborn piglets. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 12, p. 5430–5438, 2017.
- FEYERA, T. et al. Impact of sow energy status during farrowing on farrowing kinetics, frequency of stillborn piglets, and farrowing assistance. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 6, p. 2320–2331, 2018.
- GRIESHOP, C. M.; REESE, D. E.; & FAHEY JR., G. C. Nonstarch polysaccharides and oligosaccharides in swine nutrition. In: **Swine Nutrition**. [s.l.] Boca Raton: CRC Press, 2001. p. 107–120.
- GUILLEMET, R. et al. Dietary fibre for gestating sows: Effects on parturition progress, behaviour, litter and sow performance. **Animal**, v. 1, n. 6, p. 872–880, 2007.
- HALL, M. B.; PELL, A. N.; & CHASE, L. E. Characteristics of neutral detergent-soluble fiber fermentation by mixed ruminal microbes. **Animal Feed Science and Technology**, v. 70, n. 1–2, p. 23–39, 1998.
- HAUSMAN, G. J.; BARB, C. R.; & LENTS, C. A. Leptin and reproductive function. **Biochimie**, v. 94, n. 10, p. 2075–2081, 2012.
- HIPSLEY, E. H. Dietary “fibre” and pregnancy toxemia. **British Medical Journal**, v. 2, n. 4833, p. 420–422, 1953.
- JARRETT, S.; & ASHWORTH, C. J. The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 9, n. 1, 2018.
- JHA, R. et al. Dietary fiber and intestinal health of monogastric animals. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, n. MAR, p. 1–12, 2019.
- JHA, R.; & BERROCOSO, J. D. Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1441–1452, 2015.
- JØRGENSEN, H. et al. The fermentative capacity of growing pigs and adult sows fed diets with contrasting type and level of dietary fibre. **Livestock Science**, v. 109, n. 1–3, p. 111–114, 2007.

- JØRGENSEN, H.; ZHAO, X.-Q.; & EGGUM, B. O. The influence of dietary fibre and environmental temperature on the development of the gastrointestinal tract, digestibility, degree of fermentation in the hind-gut and energy metabolism in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 75, n. 3, p. 365–378, 1996.
- LAWRENCE, A. B.; & TERLOUW, E. M. A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. **Journal of animal science**, v. 71, n. 10, p. 2815–2825, 1993.
- LOISEL, F. et al. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5269–5279, 2013.
- MEUNIER-SALAÜN, M. C.; & BOLHUIS, J. E. High-Fibre feeding in gestation. In: FARMER, C. (Ed.). . **The Gestating and Lactating Sow**. France: [s.n.]. p. 95–116.
- MORGENTHUM, R.; & BOLDUAN, G. Effects of live weight and dietary factors of sows on length of parturition. **Monatshefte Fur Veterinarmedizin**, v. 43, p. 194–196, 1988.
- NRC. **Nutrient-Requirements of swine: Eleventh Revised Edition**. National A ed. Washington, D. C.: [s.n.].
- OLIVEIRA, R. A. et al. Supplying sows energy on the expected day of farrowing improves farrowing kinetics and newborn piglet performance in the first 24 h after birth. **Animal**, p. 1–6, 2020.
- OLIVIERO, C. et al. Effect of Dietary Fibre on Constipation, Litter Growth and Energy Related Parameters in Periparturient Sows. **REPRODUCTION IN DOMESTIC ANIMALS**, v. 43, n. 5, p. 49, Nov. 2008.
- OLIVIERO, C. et al. Feeding sows with high fibre diet around farrowing and early lactation: Impact on intestinal activity, energy balance related parameters and litter performance. **Research in Veterinary Science**, v. 86, n. 2, p. 314–319, 2009.
- PAPADOPOULOS, G. A. et al. Risk factors associated with postpartum dysgalactia syndrome in sows. **Veterinary Journal**, v. 184, n. 2, p. 167–171, 2010.
- QUESNEL, H. et al. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 2, p. 532–543, 2009.
- RAMIREZ, J. L.; COX, N. M.; & MOORE, A. B. Administration of insulin to first litter sow on a commercial farm: effects on conception rate and litter size in relation to body condition. **International conference on pig reproduction**, p. 96, 1993.

- RAMONET, Y. et al. Feeding motivation in pregnant sows: Effects of fibrous diets in an operant conditioning procedure. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 66, n. 1–2, p. 21–29, 2000.
- SERENA, A.; HEDEMANN, M. S.; & BACH KNUDSEN, K. E. Feeding high fibre diets changes luminal environment and morphology in the intestine of sows. **Livestock Science**, v. 109, n. 1–3, p. 115–117, 2007.
- SERENA, A.; JØRGENSEN, H.; & BACH KNUDSEN, K. E. Digestion of carbohydrates and utilization of energy in sows fed diets with contrasting levels and physicochemical properties of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 9, p. 2208–2216, 2008.
- SERENA, A.; JØRGENSEN, H.; & BACH KNUDSEN, K. E. Absorption of carbohydrate-derived nutrients in sows as influenced by types and contents of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 136–147, 2009.
- STEWART, C. L. et al. The effect of feeding a high fibre diet on the welfare of sows housed in large dynamic groups. **Animal Welfare**, v. 19, n. 3, p. 349–357, 2010.
- THEIL, P. K. et al. Chapter 17 - Lactation, milk and suckling. In: **Nutritional Physiology of Pigs**. [s.l: s.n.]. p. 1–49.
- THEIL, P. K. Transition feeding of sows. In: FARMER, C. (Ed.). . **The Gestating and Lactating Sow**. Denmark: [s.n.]. p. 147–172.
- TOKACH, M. D. et al. Review: Nutrient requirements of the modern high-producing lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. **Animal**, p. 1–11, 2019.
- VALLET, J. L.; MILES, J. R.; & REMPEL, L. A. Effect of creatine supplementation during the last week of gestation on birth intervals, stillbirth, and preweaning mortality in pigs. **Journal of Animal physiology**, v. 91, n. 5, p. 2122–2132, 2013.
- VAN SOEST, P. . Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbager by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v. 24, n. 3, p. 834–843, 1965.
- VAN SOEST, P. . Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v. 26, n. 1, p. 119–128, 1967.
- VAREL, V. H.; & YEN, J. T. Microbial Perspective on Fiber Utilization by Swine. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 10, p. 2715–2722, 1997.
- YOUNG, M. G. et al. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p. 3058–3070, 2004.

ZHUO, Y. et al. Inclusion of purified dietary fiber during gestation improved the reproductive performance of sows. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 11, n. 1, 2020.