



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

FRANCISCO ALDEVAN MIRANDA BEM

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E ÁCIDO EM DIETAS PARA MATRIZES
SUÍNAS EM GESTAÇÃO**

**AREIA
2024**

FRANCISCO ALDEVAN MIRANDA BEM

**FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E ÁCIDO EM DIETAS PARA MATRIZES
SUÍNAS EM GESTAÇÃO**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Linha de Pesquisa: Produção de não Ruminantes

**Prof. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal –
Orientador Principal
Profa. Ines Andretta – Coorientadora
Prof. José Humberto Vilar da Silva –
Coorientador**

**AREIA
2024**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

B455f Bem, Francisco Aldevan Miranda.

Fibra em detergente neutro e ácido em dietas para
matrizes suínas em gestação / Francisco Aldevan Miranda
Bem. - Areia:UFPB/CCA, 2024.

67 f. : il.

Orientação: Leonardo Augusto Fonseca Pascoal.

Coorientação: Ines Andretta, José Humberto Vilar da
Silva.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Produtividade. 3. Duração de parto.
4. Microrganismos. 5. Leitão. I. Pascoal, Leonardo
Augusto Fonseca. II. Andretta, Ines. III. Silva, José
Humberto Vilar da. IV. Título.

UFPB/CCA

CDU 636(043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

**TÍTULO: “FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO E ÁCIDO EM DIETAS PARA
MATRIZES SUÍNAS EM GESTAÇÃO”**

AUTOR: FRANCISCO ALDEVAN MIRANDA BEM

ORIENTADOR: PROF. DR. LEONARDO AUGUSTO FONSECA PASCOAL

**CONCEITO: APROVADO
EXAMINADORES:**

J U L G A M E N T O

Documento assinado digitalmente



LEONARDO AUGUSTO FONSECA PASCOAL

Data: 07/03/2024 09:47:39-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal
Presidente**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Documento assinado digitalmente



PEDRO HENRIQUE WATANABE

Data: 11/03/2024 07:42:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe
Examinador**

Universidade Federal do Ceará - UFC

Documento assinado digitalmente



TEREZINHA DOMICIANO DANTAS MARTINS

Data: 11/03/2024 20:41:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Profa. Dra. Terezinha Domiciano Dantas Martins
Examinadora**

Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Documento assinado digitalmente



CAMILLA MENDONÇA SILVA

Data: 12/03/2024 20:15:11-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Profa. Dra. Camilla Mendonça Silva
Examinador**

Universidade Federal Rural do Pernambuco - UFRPE

Documento assinado digitalmente



RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA

Data: 19/03/2024 08:50:10-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof. Dr. Rennan Herculano Rufino Moreira
Examinador**

Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA

Areia, 28 de fevereiro de 2024

RESUMO

Esse trabalho de pesquisa é composto por uma revisão de literatura, revisão sistemática e meta-análise das implicações da fibra em detergente neutro e ácido em dieta de porcas gestantes e sobre o desempenho produtivo na fase de gestação e lactação. O capítulo I, representado pela revisão de literatura, demonstra que diversas pesquisas têm sido realizadas nesse campo de investigação e, a depender da fonte e do nível de fibras utilizado, a interação desta com a microbiota intestinal tem demonstrado fortes evidências de melhorias para o sistema de produção, apesar de algumas inconsistências quando entre estudos individuais. Os capítulos II e III consistem em revisão sistemática e meta-análise da relação entre a fibra em suas frações determinadas por FDN e FDA, sobre o desempenho produtivo na fase de gestação e lactação subsequente respectivamente. Buscas sistematizadas foram realizadas em três bases de dados eletrônica (Pub Med, Web of Science e Scielo), que resultaram em achados de 1934 artigos. Após critérios de exclusão e inclusão, o banco de dados foi composto por 67 estudos, dos quais 32 tiveram mesmo período experimental (toda a fase de gestação) e dados de desempenhos de 4538 porcas foram extraídos para meta-análise. Aplicou-se ao banco de dados gerado uma análise de variância, utilizando o software SAS (9.3), o procedimento adotado foi PROC MIXED e a opção RANDOM, em que a genética, ordem de parto, concentração de lisina digestível e energia metabolizável foram usados como fatores de variação (efeito aleatório). Para as variáveis respostas de ganho de peso e de espessura de toucinho na gestação não houve diferença ($P < 0,05$) em função de dieta com baixo, médio e alto teor de fibra com base nos valores de FDN e FDA. O número de leitões nascidos e peso ao nascer não tiveram diferença significativa ($P < 0,05$). Já a duração do parto de porcas alimentadas com dietas de teor médio de fibra (18,17 de FDN e 7,07 de FDA) foi menor, assim como o número de natimortos no grupo de alta teor de fibra (25,58 de FDN e 14,01 de FDA). As condições corporais das porcas na lactação e o intervalo desmame-estro não foi afetado por teores de FDN e FDA das dietas ($P < 0,05$). O consumo voluntário de ração na lactação foi melhorado com uso de dietas enriquecidas em fibra na gestação. A inclusão de fibras dietéticas na alimentação de porcas gestantes, em valores de FDN e FDA, aumenta o número de desmamados e de peso de leitões ao desmame. Dietas de gestação com valores médios de 14,01% de FDA e 25,58% de FDN, não afetam o desempenho, proporcionaram ganhos de produtividade.

Palavras-Chaves: produtividade; duração de parto; microrganismos; leitão.

FIBER IN NEUTRAL AND ACID DETERGENT IN DIETS FOR PREGNANT PIG MATRIXES

ABSTRACT

This research work consists of a literature review, systematic review and meta-analysis of the implications of neutral and acid detergent fiber in the diet of pregnant sows and on productive performance in the gestation and lactation phase. Chapter I, represented by the literature review, demonstrates that several studies have been carried out in this field of investigation and, depending on the source and level of fiber used, its interaction with the intestinal microbiota has demonstrated strong evidence of improvements to the system. production, despite some inconsistencies between individual studies. Chapters II and III consist of a systematic review and meta-analysis of the relationship between fiber in its fractions determined by NDF and FDA, on productive performance during pregnancy and subsequent lactation, respectively. Systematized searches were carried out in three electronic databases (Pub Med, Web of Science and Scielo), which resulted in findings of 1934 articles. After exclusion and inclusion criteria, the database was composed of 67 studies, of which 32 had the same experimental period (the entire gestation phase) and performance data from 4538 sows were extracted for meta-analysis. An analysis of variance was applied to the generated database, using the SAS software (9.3), the procedure adopted was PROC MIXED and the RANDOM option, in which genetics, birth order, digestible lysine concentration and metabolizable energy were used. as variation factors (random effect). For the response variables of weight gain and bacon thickness during pregnancy, there was no difference ($P < 0.05$) depending on the diet with low, medium and high fiber content based on NDF and ADF values. The number of piglets born and birth weight did not differ significantly ($P < 0.05$). The duration of farrowing of sows fed diets with a medium fiber content (18.17 NDF and 7.07 ADF) was shorter, as was the number of stillbirths in the high fiber group (25.58 NDF and 14.01 of FDA). The body conditions of sows during lactation and the weaning-estrus interval were not affected by NDF and ADF content in the diets ($P < 0.05$). Voluntary feed intake during lactation was improved with the use of fiber-enriched diets during pregnancy. The inclusion of dietary fiber in the feed of pregnant sows, in NDF and ADF values, increases the number of weaned piglets and the weight of piglets at weaning. Pregnancy diets with average values of 14.01% ADF and 25.58% NDF do not affect performance and provided productivity gains.

Keywords: productivity, FDN, FDA, birth duration, microorganisms, weaned piglets.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II - Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) em dietas de matrizes suínas em gestação sobre aspectos de desempenho produtivos.

Figura 1. Diagrama de fluxo detalhado sobre a seleção dos estudos na revisão sistemática .35

Figura 2. Distribuição geográfica mundial dos artigos que compuseram o banco de dados ..36

CAPÍTULO III - Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) na alimentação de matrizes suínas em gestação sobre aspectos produtivos e reprodutivos na Lactação.

Figura 1. Relação entre o ano de publicação e número de artigos selecionados para compor a base de dados da revisão sistemática. 55

Figura 2. Relação entre o conteúdo de fibras nas dietas (Fibra em detergente Neutro-FDA e fibra em detergente neutro-FDN) e anos em que foram publicados os artigos que compõem a base de dados 55

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II - Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) em dietas de matrizes suínas em gestação sobre aspectos de desempenho produtivos.

Tabela 1. Descrição do banco de dados em função das fontes de fibras e níveis de inclusão nas dietas de porcas na fase de gestação	37
Tabela 2. Efeito de níveis baixos, médio e alto de fibra em dietas de matrizes suínas sobre peso, espessura de toucinho, duração de parto e colostro	39
Tabela 3. Efeito de níveis baixos, recomendável e alto de FDN e FDA em dietas de matrizes suínas número e peso de leitões nascidos	40

CAPÍTULO III - Revisão sistemática e meta-análise dos níveis de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) na alimentação de matrizes suínas em gestação sobre aspectos produtivos e reprodutivos na Lactação.

Tabela 1. Escala de avaliação qualitativa dos estudos usados na meta-análise	57
Tabela 2. Efeito de níveis baixo, médio e alto de fibra, em valores de FDN e FDA, na dieta de matrizes suínas em fase de gestação sobre o desempenho na lactação subsequente	58
Tabela 3. Efeito de níveis baixos, médio e alto de fibra, em valores de FDN e FDA, na dieta de matrizes suínas em fase de gestação sobre o desempenho leitões lactentes	59

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS	9
 CAPÍTULO I - O papel da fibra dietética na alimentação de matrizes suínas em gestação.....	 11
RESUMO.....	12
ABSTRACT	13
INTRODUÇÃO	14
ASPECTOS DO MANEJO ALIMENTAR DA MATRIZ SUÍNA GESTANTE	15
FIBRAS DIETÉTICAS.....	17
AVANÇOS E PERSPECTIVAS NO USO DE FIBRAS DIETÉTICAS PARA PORCAS GESTANTES	19
CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
 CAPÍTULO II - Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) em dietas de matrizes suínas em gestação sobre aspectos de desempenho produtivos.	 28
RESUMO.....	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
RESULTADOS	34
DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45
 CAPÍTULO III - Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) na alimentação de matrizes suínas em gestação sobre aspectos produtivos e reprodutivos na Lactação.....	 48

RESUMO.....	49
ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO	51
MATERIAIS E MÉTODOS.....	52
RESULTADOS	54
DISCUSSÃO	59
CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS.....	64
 CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES	 67

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Brasil tem uma cadeia produtiva de suínos de alto padrão tecnológico e de representatividade global. Porém, a suinocultura moderna tem levado as porcas a um ciclo de vida intenso e estressante, afetando a saúde e o desenvolvimento produtivo dos animais, limitando a plena expressão do potencial genético. A matriz suína ao longo de sua vida produtiva tem papel central na granja por ser responsável por produzir um número adequado de leitões por parto/ano e garantir o bom desenvolvimento da leitegada, o que reflete na produção de carne e no faturamento da atividade. Para o sucesso do sistema de produção é necessário atentar-se a fase de gestação, principalmente, pela necessidade de adequar-se as necessidades e ao nível de produção dos genótipos das matrizes suínas atuais.

Nesse sentido, a nutrição tem sido uma estratégia recorrente para amenizar os problemas de estresse, saúde e queda de desempenho produtivo na suinocultura. Os nutrientes das dietas, incluindo água, proteínas, lipídios, minerais, carboidratos e fibras alimentares desempenham função não só de constituição e depósito tecidual no crescimento animal, mas também de regulação e modulação de funções fisiológica.

A fibra alimentar é reconhecida como o “sétimo maior nutriente” e é uma fonte abundante e sustentável de ampla importância nutricional. Tem sido estudada constantemente com intuito de otimização de índices produtivos e economia na produção animal. Os benefícios das fibras alimentares são atribuídos principalmente a produção de saciedade em condições de alimentação restrita em fase de gestação, reduzindo comportamentos estereotipados e proporcionando melhorias ao bem-estar das porcas. A ausência de enzimas endógenas para digerir as fibras desencadeia processos de fermentação microbiana no intestino produzindo ácidos graxos de cadeia curta, que além de servir como fonte de liberação lenta de energia ao metabolismo, estão envolvidos em diferentes funções imunitárias. A adição de quantidades controladas de fibras à dieta tem ainda forte influência sobre a colonização da microbiota do intestino da porca, produzindo resultados a saúde intestinal, no desempenho produtivo e reprodutivo.

Devido a esses efeitos benéficos, muitas pesquisas atualmente têm se dedicado a elucidar os mecanismos regulatórios específicos subjacente aos microrganismos intestinais e a saúde e imunidade intestinal. Os reflexos desses mecanismos no sistema de produção têm sido constantemente relatados como no aumento do consumo voluntários das porcas no período de lactação, melhora no escore corporal ao desmame, redução de falhas reprodutivas além de redução de natimortos, maior peso de leitões desmamados entre outros. No entanto, o ajuste

para um padrão de fibra ideal em dietas de gestação que proporcione a maximização da produção das porcas sem que implique em prejuízos a outras funções fisiológicas ainda é um desafio. A complexidade da fibra dietética assim como a heterogeneidade de fontes de fibras disponíveis têm sido alguns dos fatores limitadores.

Diante disso, objetivou-se como esse estudo realizar uma revisão sistemática do uso de dietas que incorporaram ingredientes ricos em fibras para porcas em gestação e sua influência no desempenho produtivo e reprodutiva de gestação e lactação e por meio de meta-análise, avaliar padrões de desempenho das porcas submetidas a dietas com baixa, média e alta fibra a partir de teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) das dietas.

CAPÍTULO I

O papel da fibra dietética na alimentação de matrizes suínas em gestação

RESUMO

As fibras vegetais oriundas da dieta são constituintes comuns em uma variedade de ingredientes utilizados na alimentação de suínos. Embora tenha sido por muito tempo associado a fatores antinutricionais, por comprometer a digestibilidade de outros nutrientes, as fibras dietéticas vêm sendo exploradas como componente estratégico em dietas de porcas gestantes, sobretudo, por proporcionar saciedade. As implicações do uso da fibra dietética nas dietas de gestação sobre aspectos de produtividade de porcas e os mecanismos fisiológicos adjacentes envolvidos, foram o objeto desta revisão. Estudos tem sugerido que as frações das fibras alimentares podem alterar a natureza do conteúdo gastrointestinal afetando mecanismos dos outros nutrientes e de seus produtos absorvidos. A interação da microbiota intestinal com a fibra da dieta produz metabólitos bioativos que por sua vez podem estar envolvidos na regulação de múltiplas funções biológicas, importantes no metabolismo e no desempenho produtivo das porcas. Numerosas pesquisas têm sido realizadas com objetivo de compreender as implicações de dietas ricas em fibras na gestação no que tange o gerenciamento das reservas corporais entre as fases de gestação e lactação; o efeito sobre o consumo de ração na fase de lactação, produção e características de colostro; desempenho das proles, entre outros. Em função da heterogeneidade entre estudos, principalmente, no que diz respeito as fontes e níveis de incorporação de fibras, muitos resultados ainda apresentam inconsistências. Nesse sentido, a junção de resultados na forma de revisão de literatura pode nortear novos estudos a partir da compreensão do status atual do conhecimento.

Palavras-chave: porca, desempenho produtivo, PNA-s, leitões.

ABSTRACT

Vegetable fibers from the diet are common constituents in a variety of ingredients used in pig feed. Although it has long been associated with anti-nutritional factors, as it compromises the digestibility of other nutrients, dietary fibers have been explored as a strategic component in pregnant sow diets, mainly because they provide satiety. The implications of the use of dietary fiber in gestation diets on aspects of sow productivity and the adjacent physiological mechanisms involved were the subject of this review. Studies have suggested that dietary fiber fractions can alter the nature of gastrointestinal content, affecting the mechanisms of other nutrients and their absorbed products. The interaction of the intestinal microbiota with dietary fiber produces bioactive metabolites that in turn may be involved in the regulation of multiple biological functions, important in the metabolism and productive performance of sows. Numerous research studies have been carried out with the aim of understanding the implications of diets rich in fiber during pregnancy in terms of managing body reserves between the stages of pregnancy and lactation; the effect on feed consumption during lactation, colostrum production and characteristics; offspring performance, among others. Due to the heterogeneity between studies, mainly regarding the sources and levels of fiber incorporation, many results still present inconsistencies. In this sense, combining results in the form of a literature review can guide new studies based on understanding the current status of knowledge.

Keywords: sow, productive performance, PNA-s, piglets.

INTRODUÇÃO

O metabolismo fisiológico das porcas sofre alterações que são complexas durante a alternância de fase produtiva gestação/lactação ao longo da vida produtiva. Durante o final da gestação e o período de transição para a lactação, a fisiologia da porca passa por grandes mudanças, especialmente, durante o terço final da gestação. De modo geral, todas essas alterações fisiológicas têm implicações diretas sobre o desempenho produtivo, reprodutivo e vida útil produtiva do animal (THEIL, et al 2022), e podem ser afetadas pela nutrição aplicada as matrizes. O fornecimento de ração na fase de gestação é comumente ofertado de forma restrita. Esse manejo tem entre outras finalidades, controle de sobrepeso e redução de catabolismo hepático de progesterona plasmática, que devido ao aumento do fluxo sanguíneo, tem influência negativa sobre a viabilidade embrionária (PÈRE e ETIENNE, 2018), porém, podem implicar em estresse por frustração alimentar.

A literatura já evidenciou a importância da aplicação de dietas ricas em fibras para porcas em termos de proporcionar saciedade, especialmente, em fase de gestação sobre dietas restritas, e seus reflexos na lactação (Agyekum et al., 2019). A inclusão de fibra na dieta de porcas já não é mais vista apenas por seu valor nutricional, critério principal utilizado para a formulação das rações para suínos. Outros valores qualitativos, como o impacto da matéria-prima na saúde do animal, no seu bem-estar e até mesmo em aspectos ambientais são cada vez mais levados em consideração.

As fontes de fibra utilizadas na alimentação de suínos correspondem principalmente às da parede celular de grãos de cereais que compõem as rações, formadas por celulose, hemiceluloses e pectinas, estando associados ou não a lignina ou outros constituintes não carboidratos: polifenóis, ceras, saponinas, cutina, fitatos, poliesteróis, entre outros. (BACH KNUDSEN, 2001; BACH KNUDSEN, 2014).

Atualmente as funções nutricionais da fibra dietética têm sido avaliadas com outras finalidades, especialmente, para porcas na fase de gestação. Muitos são os estudos (COURBOULAY e GAUDRÉ, 2002; HOLT et al., 2006; LOISEL et al., 2013; BAIDOO et al., 2013; SHANG et al., 2019) com dietas contendo maior teor de fibra para matrizes suínas, buscando identificar correlações entre fontes, níveis e tipos de fibras sobre desempenho produtivo e reprodutivo de porcas gestantes. Diferenças entre os estudos no que diz respeito às fontes de fibra utilizadas, sua taxa de incorporação, as condições de alojamento (por exemplo, baias ou alojamentos coletivos, ambiente convencional ou enriquecido, estratégia de

alimentação), ou características individuais das porcas (por exemplo, paridade, peso, raça) as vezes trazem resultados inconsistentes (MEUNIER-SALAUM e BLHUIS, 2015).

É sabido atualmente que as fibras alimentares podem trazer diversos benefícios para a suinocultura. Porém, o manejo de inclusão de fibras em dietas de matrizes suínas gestantes não é ainda por completo esclarecido, sendo um desafio a compreensão do uso de uma ampla gama de fontes e da complexidade de componentes da fibra alimentar. Esse trabalho teve como objetivo revisar informações atuais sobre o uso de ingredientes ricos em fibras em dietas de matrizes suínas em gestações e seus aspectos sobre o desempenho produtivo.

ASPECTOS DO MANEJO NUTRICIONAL DA MATRIZ SUÍNA GESTANTE

A gestação das porcas é reconhecida a partir dos 11-12 dias após a inseminação ou monta natural (ALMEIDA 2014) e confirmado em termos práticos com o não retorno da fase de estro. O início da gestação é caracterizado pelo estabelecimento das ligações embrionárias, formação da placenta e anexos fetais (PANZARDI et al., 2009). O desenvolvimento embrionário na fase inicial da gestação é um momento considerado crítico, pois está susceptível ao maior risco de perdas, sendo preponderante para o tamanho da leitegada. Consumo elevado na fase inicial da gestação pode exercer influência negativa sobre a sobrevivência dos embriões, uma vez que pode reduzir a concentração de progesterona plasmática devido ao aumento do fluxo sanguíneo e consequente catabolismo hepático deste hormônio (PÈRE e ETIENNE, 2018).

Na fase intermediária da gestação, após os 30 dias da fecundação, a porca inicia a recuperação de suas reservas corporais mobilizadas na lactação anterior (CHEN, et al. 2017). Rostagno (2017), preconiza que o ganho materno nesse período deve ser próximo de 200g/dia, já segundo NRC (2012) que incorpora o ganho reprodutivo na exigência diária, recomenda 400g/dia, obviamente, em observância ao escore corporal. O terço final da gestação é caracterizado por maior desenvolvimento da glândula mamária e início de crescimento exponencial do feto por meio da maior deposição tecidual, resultando em aumento das exigências nutricionais por parte da porca. A taxa de crescimento fetal muda de 0,25 g/dia antes do dia 69 para 4,63 g/dia após o dia 69 de gestação e a taxa de crescimento da glândula mamária muda de 0,08 g/dia antes do dia 75 para 1,5 g/dia após o dia 75 de gestação (McPHERSON et al., 2004, JI et al., 2005). Práticas alimentares durante o período de transição entre a gestação e a lactação (de 7 a 10 dias pré-parto a 3 a 5 dias pós-parto) tem recebido mais atenção recentemente por considerar que a nutrição durante esse período crítico pode ter um grande

impacto no crescimento fetal, no desenvolvimento mamário, no parto, na colostrogênese e sobre mortalidade de leitões (THEIL et al., 2022; FARMER 2022).

Em se tratando de manejo nutricional, busca-se a melhor estabilidade possível das condições corporais das porcas ao longo do ciclo de produção, gestação e lactação. Os animais devem perder o mínimo possível de peso na lactação e, por outro lado, ganhar peso apenas moderadamente na fase de gestação, o que além de implicar em melhores resultados produtivos, prolonga a sua vida útil no plantel. Para isso, as porcas na fase de gestação são impostas a manejo de restrição alimentar no intuito de prevenir consequências negativas associadas a locomoção, parto e consumo de ração na lactação, com isso surge agressões e estereotipia, impactando a produção e bem-estar.

Além disso, nas últimas décadas o aumento no tamanho das leitegadas em função da seleção genética das porcas, tem imposto adaptações fisiológicas e metabólicas para enfrentar as demandas crescentes de fêmeas hiperprolíferas. O tamanho dos fetos tem exposto a capacidade uterina das porcas ao seu limite (PELTONIEMI et al, 2010). O peso fetal aumentou em 40% (KIM et al 2013) e o tamanho da leitegada das porcas contemporâneas tiveram aumento médio de três leitões (ZENG e ZANG 2023). Além disso, estima-se que cada leitão de 1,4 kg de peso vivo médio deva ingerir mínimo de 250g de colostro para sobreviver e crescer, sendo um terço das porcas incapaz de alcançar produção suficiente para fornecimento dessa quantidade crítica com o tamanho das leitegadas atual (QUESNEL e FARMER 2019). O efeito da hiperprolificidade requer atenção adicional à glândula mamária e a sua capacidade de fornecer leite suficiente para a leitegada em crescimento (PELTONIEMI et al, 2021). A síntese do leite ocorre nas células epiteliais mamárias, logo as estratégias para aumento de produção devem considerar o desenvolvimento ideal da glândula mamária e o aumento de seu tecido epitelial durante a gestação e a lactação (SÁNCHEZ et al. 2021).

Estratégias nutricionais visando diminuir os efeitos da frustração alimentar na gestação, gerir as reservas corporais e metabólicas das porcas, como também, melhorar a síntese de colostro têm sido objeto de pesquisas para mitigar redução de desempenho produtivo. A exemplo, a suplementação lipídica na alimentação de porcas tem implicações no teor de ácidos graxos do colostro, enquanto o perfil de ácidos graxos do colostro é influenciado pelo tipo de lipídios da dieta (FARMER 2022). Alguns ingredientes como óleo de peixe, probióticos e prebióticos parecem ter ação imunomodulador que podem aumentar as concentrações de imunoglobulinas colostrais (QUESNEL e FARMER, 2019).

Descobertas importantes no que diz respeito à alimentação de transição é que as porcas precisam receber energia suplementar para satisfazer as exigências de construção do ninho,

contrações uterinas e produção de colostro, implicando na redução da duração do parto e número de natimortos (FARMER E EDWARDS, 2022; THEIL et al., 2022). Nesse aspecto, o uso de fibras dietéticas para porcas gestantes é uma estratégia que permite a disponibilização de energia mais constante no período pós-prandial (FARMER 2022). Os efeitos benéficos de dietas ricas em fibras no manejo alimentar de porcas gestantes também são atribuídos ao maior bem-estar através do aumento da saciedade, redução de comportamentos estereotipados e ao papel modulador da microbiota intestinal e metabólitos da fermentação.

FIBRAS DIETÉTICAS

Aproximadamente 2/3 da matéria seca das dietas para suínos em sistemas de produção comercial é representada por carboidratos vegetais (CHO). Essa fração fornece de 60 a 70 % da energia total para as porcas (BACH KNUDSEN et al., 2012). Parte dos carboidratos não digeridos pelas enzimas digestivas do intestino delgado é denominada de fração fibrosa ou fibras da dieta. Apesar de seu impacto negativo na digestibilidade da energia e nutrientes, propriedades físico-químicas de solubilidade, viscosidade e capacidade de retenção de água (WHC) têm implicações ao longo do trato gastrointestinal (MOLIST et al., 2014; JHA et al., 2010), que tem despertado grande interesse por parte dos nutricionistas.

Com base na composição química a fibra dietética pode ser definida como a soma de polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e lignina. Do ponto de vista nutricional, pode ser simplesmente definido como carboidratos que são indigeríveis por enzimas endógenas. Bioquimicamente, fibras dietéticas inclui compostos de parede celular como celulose, hemiceluloses, β -glucanas (β G), pectinas, gomas e mucilagens. Soma-se também a lignina, um composto fenólico complexo, que é um constituinte da parede celulares das plantas e que pode afetar a digestibilidade dos alimentos de origem vegetal (THEANDER et al., 1989).

A definição de fibra dos alimentos também passa por o método analítico empregado para quantificá-la, a exemplo da fibra em detergente neutro (FDN), que recupera os componentes insolúveis da fibra alimentar (celulose, hemicelulose e lignina) após a digestão em detergente neutro, e a fibra em detergente ácido (FDA), que recupera principalmente celulose e lignina por digestão em detergente ácido (VAN SOEST e WINE, 1967, AGYEKUM e NYACHOTI, 2017). No método de detergente, foi relatado que polissacarídeos não amiláceos (PNAs) solúvel em água e substâncias pécticas insolúveis em água são perdidas e que o amido e proteínas podem contaminar o resíduo de FDN (BACH KNUDSEN, 2001).

Para Jha e Berrocoso (2015), do ponto de vista fisiológico, além de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), também os oligossacarídeos não digeríveis e o amido resistente (AR) devem ser incluídos na fração solúvel das fibras dietéticas, pois não são hidrolisados por enzimas endógenas e, conseqüentemente, ficam disponíveis como substratos para fermentação microbiana no intestino.

A suscetibilidade à hidrólise enzimática e a solubilidade da fibra é dependente em grande parte da estrutura primária e da interconexão com outros componentes da parede celular vegetal, influenciando a viscosidade da digestão e a capacidade de retenção de água (JARRETT e ASHWORTH, 2018). Com base nas propriedades de solubilidade das fibras, podem ser classificadas como solúveis em água, correspondente a fração pectinas, β -glucanas, gomas e mucilagens. As fibras insolúveis, correspondente a fração de celulose e a maioria das hemiceluloses. A primeira parte do processo de solubilização é o intumescimento, no qual a água que entra espalha as macromoléculas até que estejam totalmente estendidas e dispersas (THIBAUT et al., 1992). Para descrever as propriedades de hidratação da fibra também tem sido usado a capacidade de retenção de água (WHC) e a capacidade de ligação de água (WBC), que refletem a capacidade de uma fonte de fibra incorporar água em sua matriz. A capacidade de intumescimento da pectina, por exemplo, quando isolada é alta, mas quando contida na malha de substâncias menos hidrofílicas esse potencial é reduzido, já a solubilização de polissacarídeos com estrutura lineares, a força das ligações não covalentes estabiliza a conformação ordenada, não sendo possível a solubilização; a exemplo; celulose ou arabinoxilanos lineares (THIBAUT et al., 1992).

As fontes de fibras solúveis são rapidamente atacadas e fermentadas pela microbiota que habita o intestino delgado distal e intestino grosso, aumentam a viscosidade da digesta, reduzem a taxa de passagem através do intestino e podem diminuir a ingestão de alimentos por aumento da saciedade. Por outro lado, a fibra insolúvel passa pelo intestino sem ser digerida, estimulando a secreção de fluido, aumenta a taxa de passagem e o volume fecal. Essa fração da fibra possui limitada capacidade fermentativa em função da ausência de espécies microbianas específicas (JHA et al., 2010).

É grande a variedade de fontes de fibras alimentares que podem ser adicionadas às dietas de suínos, sendo dependentes da disponibilidade local e do custo, sendo predominante os subprodutos ou coprodutos agrícolas da indústria de alimentos e bebidas. Nas regiões temperadas do mundo incluem principalmente as cascas de soja, os farelos de trigo, girassol e de arroz desengordurado, a polpa de beterraba e grãos secos de destilaria (JARRETT e ASHWORTH, 2018). A partir do crescente interesse nutricional das fibras dietéticas, produtos

comerciais também denominados de fibras eubióticas, resultado de um maior avanço tecnológico, são empregados como aditivos nutricionais, com taxas de inclusão na dieta entre 0,5 e 3,0%. A partir de combinações das funcionalidades das frações solúveis e insolúveis, fermentáveis e não fermentáveis da fibra, origina um composto equilibrado que sugere promover melhorias na saúde e função gastrointestinal (ODACURA et al., 2023).

O uso eficiente da fibra dietética pode ser importante para otimizar a utilização de recursos alimentares promovendo benefícios adicionais ao sistema de produção. Nos últimos anos, as fibras alimentares têm recebido uma atenção considerável, principalmente, por estimular seletivamente o crescimento de grupos bacterianos benéficos a saúde intestinal (AGYEKUM e NYACHOTI, 2017). Nessa perspectiva, o uso de fibras dietéticas na alimentação de porcas gestantes tem despertado crescente interesses dos nutricionistas.

AVANÇOS E PERSPECTIVAS NO USO DE FIBRAS DIETÉTICAS PARA PORCAS GESTANTES

Estudos sobre o uso das fibras alimentares em dietas de porcas gestantes tem se voltado especialmente para seu papel de modulação positiva da microbiota intestinal. A complexa e dinâmica comunidade microbiológica presente no intestino não participa apenas do processo de digestão e absorção de nutrientes, mas também desempenha papel na morfologia e barreira intestinal, na produção de metabólitos importantes e no desenvolvimento imunológico (BLANDER et al., 2017). A fibra da dieta atua como principal substrato energético de certas colônias bacterianas benéficas, inibindo a proliferação de grupos patogênicos e promovendo a saúde intestinal (LI et al 2021).

As fibras alimentares são hidrolisadas por bactérias intestinais e metabolizam seus açúcares constituintes levando à produção de ATP que é usado para o metabolismo basal e crescimento de bactérias intestinais. Produtos primários da fermentação da fibra dietética pela microbiota são ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e N-butirato) e gases (carbono dióxido de carbono, sulfureto de hidrogênio e metano). As proporções relativas dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos variam dependendo do tipo de fibra dietética, que por sua vez tem implicações sobre a estabilidade da estrutura da flora intestinal (BINDELLE et al., 2008; NEWBERN e FREEMARK, 2011).

A sensibilidade a quebra na estabilidade da estrutura da flora microbiológica tem implicações sobre a saúde, podendo causar danos no epitélio intestinal e inflamação (NEWBERN e FREEMARK, 2011). Os ácidos graxos de cadeia curta resultado da

fermentação de carboidratos, mais especificamente butirato, é vital para manter o ecossistema intestinal. A maior parte da absorção de AGCC (mais de 90%) ocorre na forma dissociada aniônica, pois são ácidos fracos. Assim, a composição dos AGCC produzidos no intestino pode ser manipulada alterando o substrato que atinge o cólon, podendo resultar em melhorias a saúde da mucosa intestinal, bem como o sistema imunológico dos suínos (JHA et al., 2010; BACH KNUDSEN, 2015).

O benefício das fibras alimentares vem sendo relatados constantemente em estudos sugerido melhorias na eficiência produtiva, reprodutiva, nos processos nutricionais, fisiológicos e imunológicos. A exemplo, Shang et al., (2021), avaliando farelo de trigo e polpa de beterraba em dietas para porcas em fim de gestação (< 84 dias), concluíram que as fontes de fibra melhoram o metabolismo, as respostas imunes e a saúde intestinal em relação a dieta controle, porém, afetam de forma diferente a microbiota. As porcas alimentadas com farelo de trigo, tiveram, na lactação, diferença significativa no aumento da expressão gênica de *lactobacilos*. Além disso, durante a gestação houve maior abundância de *lactobacilos* nas porcas alimentadas com farelo de trigo, apesar de não ter ocorrido efeito significativo entre tratamentos. Os *lactobacilos* são conhecidos por seus múltiplos efeitos como promotores de saúde intestinal, modulação de respostas imunes, manutenção da homeostase microbiana (WANG et al., 2018). No estudo de Shang et al., (2021), ambas as fontes de fibra aumentaram a concentração fecal de butirato das porcas em relação a dieta controle. O butirato é eficiente não só no aumento do fornecimento de energia aos colonócitos, mas também na homeostase intestinal ao inibir inflamação e a carcinogênese, reforçando a função da barreira intestinal e reduzindo o estresse oxidativo (HAMER et al., 2008).

Por sua vez, Shi et al (2021) em ensaio com diferentes fontes de fibras; farelo de trigo (36,4%), farelo de chicória (23,8%), resíduo de quilhada de soja (17,6%), glúten de milho (27%), farelo de arroz (46,5%), concluíram, que a exceção do grupo farelo de trigo que apresentou menor ganho de peso e de espessura de toucinho, os desempenhos das porcas não foram afetados por aumento no nível de FDN (8,4 vs 16%). O ganho médio de peso dos leitões ao desmame foi maior quando as porcas receberam as dietas com farelo de trigo, farelo de chicória, resíduo de quilhada de soja e farelo de arroz. Já a dieta com glúten de milho, teve uma menor concentração de nitrogênio uréico plasmático e maior concentração plasmática de proteínas totais no dia 100 de gestação, além de maior digestibilidade para FDN e FDA. A solubilidade é um fator importante que afeta a utilização de fibras alimentares, dos nutrientes e da energia da dieta, afetando o estado metabólico das porcas. O que pode explicar o menor

desempenho do grupo de animais que receberam dietas com farelo de trigo e menor concentração uréica no plasma das porcas alimentadas com glúten de milho.

Além disso, pesquisas tem sugerido que a manipulação de fibras em dietas de porcas tem implicações na microbiota da prole e na barreira intestinal. A colonização bacteriana intestinal dos recém-nascidos, pode ocorrer no período pré-natal, sendo originário do intestino materno, vagina, líquido amniótico e placenta, sendo influenciado principalmente pela dieta, exposição a antibióticos, estresse e estado de saúde da mãe (SINGH E MITTAL, 2020; WALKER et al., 2017). Essas descobertas têm implicações na resposta imune do leitão, reduzindo a permeabilidade intestinal a patógenos, prevenindo a inflamação intestinal e melhorando o peso ao desmame assim como observado por Agyekum et al., (2019). Jiang et al., (2019), ao elevarem o teor de fibra bruta em dieta de porcas (2,5 vs 7,5%) por incluindo 20,40% de alfafa a partir dos 90 dias de gestação, observaram melhor relação de bactérias probióticas em relação a colônias patogênicas nas fezes de porcas. Hipoteticamente esse achado e o de Shi et al., (2021) indicam incremento de flora microbiológica benéfica a saúde das porcas que receberam dietas ricas em fibras, colaborando na colonização microbiológica de recém-nascidos. Em última análise, os efeitos benéficos da interação entre fibras alimentares e microbiota intestinais é a transmissão da mãe para os filhos através da lactação. A possibilidade de micróbios intestinais passarem através das células dendríticas e depois alcançam a glândula mamária através da via de circulação intestinal-linfática é reforçada pela presença de grande número de bactérias anaeróbicas no leite (TIAN et al., 2020).

Jiang et al., (2019) atribuíram a colonização de bactérias probióticas a modulação da secreção de hormônios esteroides e isso pode contribuir para a melhoria do desempenho reprodutivo e bem-estar das porcas. Agyekum et al., (2019) concluíram ainda em seu ensaio, que porcas submetidas a dietas com palha de aveia a partir dos 86 dias de gestação tiveram maior consumo de ração na lactação em relação aos grupos com palha de trigo e controle. Porém, quanto ao desempenho dos leitões foram observadas apenas um incremento numérico de leitões nascido e do número de desmamados, não havendo diferença estatística entre grupos tratamentos. Já Xu et al., (2020a) quando expuseram matrizes gestantes a dietas com suplementação de 2% de goma guar (Yunzhou, China) mais amido de milho pré-gelanizado (Hangzhou china) em substituição ao farelo de arroz, descreveram que fibra solúvel tem demonstrado melhorar a sensibilidade à insulina, melhorando o consumo voluntário de porcas.

No trabalho de Zhuo et al., (2020), ao substituir farelo de trigo por fontes purificadas de fibras a base de goma guar e celulose, observaram que as concentrações séricas de TNF- α pró-inflamatório diminuíram e a IL-10 anti-inflamatória aumentou, assim como o tamanho da

leitegada. O aumento no tamanho da leitegada foi associado a melhoria na função imunológica por alterações da microbiota intestinal. Por sua vez, Deng et al., (2020), relatam redução de natimortos em seu estudo com aleurona de trigo como fonte de fibra para porcas gestantes, sugerindo correlação com aumento de capacidade antioxidante de porcas.

Melhoria na qualidade do leite, no desempenho de crescimento e na função de barreira intestinal dos leitões é observado no trabalho de Shang et al., (2019), investigando os efeitos da suplementação dietética com polpa de beterraba e farelo de trigo nas fases de gestação e lactação. Em seus achados, dietas com 20% de polpa de beterraba a partir dos 85 dias de gestação aumentou o consumo voluntário na lactação, níveis de IGA no colostro além de peso da ninhada e leitões ao desmame. Além disso, alguns fatores imunológicos (como IL-10) do intestino são transportado para a glândula a mamária através da circulação linfática intestinal (TIAN et al 2020). Nesse mesmo ensaio, o grupo que recebeu dieta com 30% de farelo de trigo não houve diferença significativa em comparação aos grupos controle e poupa de beterraba. Esse achado pode ser correlacionado a de Xu et al., (2020a), uma vez que a polpa de beterraba tem maior teor de fibras solúveis do que o farelo de trigo, explicando em partes, o aumento no consumo de ração na lactação por melhorar a sensibilidade à insulina. Loisel et al., (2013), observaram que o aumento de fibras (9,4 vs 20,3% de FDN) no final de gestação (91 dias), afetou a composição do colostro das porcas, mas não a produção e reduziu a mortalidade de leitões.

Já Holt et al., (2006) não observaram efeito significativo sobre número de leitões nascidos quando porcas receberam dietas com alto teor de fibra (27,1% de FDN e 17,66% de FDA). Langendijk e Chen (2013), apontam que no caso de marrãs o alto consumo de fibra (11,9% de fibra bruta) durante o final da gestação, claramente reduziu o consumo de ração e aumentou a perda de peso da porca durante lactação, atribuindo esse achado a pouca capacidade digestiva de fibras em porcas primíparas.

Darroch et al., (2008), não relatou nenhum efeito das fibras alimentares no intervalo desmame-estro. No intestino de porcas com intervalo desmame-estro curto (< 7 dias), Prevotella e Bacteroidetes são inferiores em nível de gênero, enquanto Firmicutes e Lentisphaerae são superiores ao nível de filo (XU et al., 2020b), indicando que as fibras alimentares podem influenciarem a reprodução das porcas por alteração de flora bacteriana. No entanto, Tian et al., (2020), descreve em sua revisão de literatura que a maiorias dos estudos demonstraram que o incremento de fibra em dieta de porcas gestantes não tem efeito significativo no intervalo desmame-estro. Assim, as possíveis interações da microbiota

intestinal com órgãos reprodutivos podem não modificar eficientemente o intervalo desmame estro das porcas.

Embora a fibra alimentar e a microbiota intestinal tenham um papel importante na melhoria do desempenho das porcas, são necessários estudos adicionais para explicar alguns mecanismos. A exemplo, melhor compreensão da população microbiana uma vez que é predominante o conhecimento a nível de filo e gênero, tornando difícil isolar as principais bactérias relacionadas à fermentação das fibras. Além disso, a diversidade de fontes de fibras e a complexa composição das fibras alimentares tem dificultado o estabelecimento de padrões de referência de fibra dietética ideal no sistema de produção (TIAN et al., 2020).

Apesar de existirem algumas inconsistências, fortes evidências sugerem que dietas ricas em fibras na gestação podem melhorar o desempenho de porcas, leitões (VEUM et al., 2009). Conforme Agyekum et al., (2019), as inconsistências entre estudos podem estar associadas principalmente a diferenças em fontes e taxas de inclusão de fibras nas dietas, especialmente as proporções de fibras solúveis e insolúveis. O emprego de ferramenta estatística como a meta-análise pode auxiliar na melhor compreensão dos numerosos resultados de pesquisas com uso de fibra dietética para matrizes suínas na fase de gestação.

CONCLUSÃO

Em uma perspectiva de eficiência produtiva, bem-estar e saúde, o uso de fontes de fibras na alimentação de porcas está sendo redescoberto pelos nutricionistas. Por seus múltiplos benefícios na fisiologia, baixo custo e ser amplamente disponíveis especialmente no Brasil, devem ser ampliados cada vez mais o uso de alimentos fibrosos. Dados sobre os efeitos das fibras alimentares no desempenho durante a gestação e lactação são numerosos e muitas vezes inconclusivos ou apresentam discordâncias. Essas inconsistências são provavelmente devidas a diferenças na duração dos tratamentos, fonte e níveis de fibra além de características individuais do animal como genética e paridade da porca.

REFERÊNCIAS

- AGYEKUM, A. K.; COLUMBUS, A. D.; FARMER, P.; BEAULIEU A. B. Effects of supplementing processed straw during late gestation on sow physiology, lactation feed intake, and offspring body weight and carcass quality. **J. Anim. Sci.** v. 97, n. 9, p. 3958-3971. 2019.
- AGYEKUM, A.K. and NYACHOTI, C.M. Nutritional and metabolic consequences of feeding high-fiber diets to swine: a review. **Engineering.** v.3, p.716-725, 2017.
- ALMEIDA, F. Principais ocorrências fisiológicas nas diferentes fases da gestação em suínos. In: Associação Brasileira de criadores de suínos (ABCS). **Produção de suínos: Teoria e prática.** Coordenação editoria Associação Brasileira de criadores de suínos; coordenação técnica da Integrall soluções em produção animal, Brasília, DF, 2014. p. 507-558.
- BACH KNUDSEN K. E.; HEDEMANN M. S.; LAERKE, H. N. The role of carbohydrates in intestinal health of pigs. **Animal Feed Science and Technology.** n. 173, p. 41-53, 2012.
- BACH KNUDSEN, K.E, et al. Fiber and nonstarch polysaccharide content and variation in common crops used in broiler diets. **Poultry Science.** v. 93, p.2380–2393. 2014.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of dietary fibre analysis. **Anim.Feed Sci. Technol.** v.90, p.3-20, 2001.
- BACH KNUDSEN, K.E. Microbial degradation of whole-grain complex carbohydrates and impact on short-chain fatty acids and health. **Adv Nutr.** v.6, p.206-213, 2015.
- BAIDOO. S. K.; KIL, D. Y.; KIM, J. N. et al. Productive performance of sows fed increasing levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) across parities. **Rev Colomb Cienc Pecu.** n. 27, p.171-177, 2014.
- BINDELLE J, LETERME P, BULDGEN A. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review. **Biotechnol Agron Soc Environ.** v.12, p. 69-80, 2008.
- BLANDER, J. M. et al. Regulation of inflammation by microbiota interactions with the host. **Nat Immunol.** v.18, n.8, p.851-860. 2017.
- CHEN, F. et al. Metabolic Transition of Milk Lactose Synthesis and Up-regulation by AKT1 in Sows from Late Pregnancy to Lactation. **Cell Biochem Biophys.** v.75, n.2, p. 131-138. 2017.
- COURBOULAY, V. and GAUDRÉ, D.; Faut-il distribuer des aliments enrichis en fibres aux truies en groupe ? **Journées de la Recherche Porcine.** n. 34, p. 225-232, 2002.
- DARROCH, C. S. et al. A regional evaluation of the effect of fiber type in gestation diets on sow reproductive performance. **J. Anim. Sci.** n. 86, p. 1573–1578, 2008.
- DENG, J.; CHENG, C.; YU, H. et al. Inclusion of wheat aleurone in gestation diets improves postprandial satiety, stress status and stillbirth rate of sows. **Animal Nutrition Journal,** v.7, n.2, p. 412-420, 2020.

- FARMER C. Achieving optimal sow performance, still an ongoing challenge in 2022. **Anim Front.** v.12, n.6, p.53-55. 2022.
- FARMER, C. and. EDWARDS S. A. Review: improving the performance of neonatal piglets. **Animal.** v.16, p.1–11. 2022.
- HAMER., H. M, et al. The role of butyrate on colonic fuction. **Aliment Pharm The.** v. 2, p. 104-109, 2008.
- HOLT, J. P.; JOHNSTON, L. J.; BAIDOO, S. K. and SHURSON G. C. Effects of a high-fiber diet and frequent feeding on behavior, reproductive performance, and nutrient digestibility in gestating sows. **J. Anim. Sci.** n. 84, p. 946-955, 2006.
- JARRETT S, ASHWORTH C. J. The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. **J Anim Sci Biotechnol.** v.9, p.59-69, 2018.
- JHA R, et al. Barley and oat cultivars with diverse carbohydrate composition alter ileal and total tract nutrient digestibility and fermentation metabolites in weaned piglets. **Animal.** v.4, p.724-731, 2010.
- JHA R., and BERROCOSO J. F. D. Dietary fiber and protein fermentation in the intestine of swine and their interactive effects on gut health and on the environment: a review. **Anim Feed Sci Technol.** v.212, p. 18-26, 2015.
- Jl, F. et al. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. **J. Anim. Sci.** v. 83, p.366-375. 2005.
- JIANG, X.; LU, N.; XUE, Y; et al. Crude fiber modulates the fecal microbiome and steroid hormones in pregnant Meishan sows. **General and Comparative Endocrinology.** n. 277, p. 141-147, 2019.
- KIM S. W.; WEAVER A. C.; SHEN Y. B.; ZHAO Y. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. **J Anim Sci Biotechnol.** v.4, p.8–26. 2013.
- LANGENDIJK, P. E CHEN, T. Y. Fibre in late gestation gilt diets, glucose tolerance, and feed intake and bodyweight loss during subsequent lactation. **Animal Production Science.** n. 53, p. 18-22, 2013.
- LI, H. et al. Physiological function and application of dietary fiber in pig nutrition: A review. **J. Anim. Nutr.** v. 7, n. 2, p. 259-267. 2021.
- LOISEL F. et al. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. **J Anim Sci.** v.91. p. 5269-5279, 2013.
- McPHERSON, R. L. et al. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. **J. Anim. Sci.** v. 82, p.2534-2540. 2004.
- MEUNIER-SALAUN, M.C. and BOLHUIS, J. E. High-fibre feeding in gestation. In: FAMER, C. **The gestating and lactating sow.** Canada. Minister of Agriculture and Agri-food. 2015. p. 95-116.

- MOLIST F; VAN OOSTRUMA M; PÉREZ J. F. et al. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*. v. 189, p. 1–10, 2014.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of swine. **11. ed.** Washington, D.C.: National Academy. 2012.
- NEWBERN D. and FREEMARK, M. Placental hormones and the control of maternal metabolism and fetal growth. **Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes**. v.18. p. 409-416, 2011.
- ODAKURA, A. M. et al. Dietary Supplementation of Eubiotic Fiber Based on Lignocellulose on Performance and Welfare of Gestating and Lactating Sows. **Animals**. v.13, n. 4. 2023.
- PANZARDI, A. et al. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **ActaScientiae Veterinariae**, v. 37, n. Supl 1, p. 49-60, 2009.
- PELTOMIEMI, O. A. T. et al. Fertility of sows fed *ad libitum* with fibre diet during pregnancy. **Reproduction in Domestic Animals**. v. 45, n. 6, p. 1008-1014, 2010.
- PELTONIEMI O, HAN T, YUN J. Coping with large litters: management effects on welfare and nursing capacity of the sow. **J Anim Sci Technol**. v.63, p.199-210. 2021.
- PÈRE, M. C., and M. ETIENNE. Nutrient uptake of the uterus during the last third of pregnancy in sows: effects of litter size, gestation stage and maternal glycemia. **Anim. Reprod. Sci**. v.188, p.101–113. 2018.
- QUESNEL, H. and FARMER C. Review: nutritional and endocrine control of colostrogenesis in swine. **Animal**. v.13, p. 26-34. 2019.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais. 4th ed. UFV, Viçosa. Pp. 443-444. 2017.
- SÁNCHEZ C, et al.. Breast milk: a source of functional compounds with potential application in nutrition and therapy. *Nutrients*. v.13, p.1026–1034. 2021.
- SHANG, Q.; LIU, S.; LIU, H.; MAHFUZ, S.; PIAO, X. Effects of dietary fiber sources during late gestation and lactation on sow performance, milk quality, and intestinal health in piglets. **Journal of Animal Science**. p. 1-12, 2019.
- SHANG, Q.; LIU, S.; LIU, H.; MAHFUZ, S.; PIAO, X. Impact of sugar beet pulp and wheat bran on serum biochemical profile, inflammatory responses and gut microbiota in sows during late gestation and lactation. **Journal of Animal Science and Biotechnology**. 2021.
- SHI, B. et al. The Effect of Increasing Neutral Detergent Fiber Level through Different Fiber Feed Ingredients throughout the Gestation of Sows. **Animals**. v. 11, p. 2-15, 2021.
- SINGH, A. and MITTAL, M. Neonatal microbiome-A brief review. **J. Matern. Neonatal Med**. v. 33, n. 22, p. 3841-3848, 2020.

THEANDER, U. et al. Plant cell walls and monogstric diets. **Anim. Feed Scie.** v.23. p. 205-225, 1989.

THEIL, K. P.; FAMER, C.; FEYERA, T. Review: Physiology and nutrition of late gestating and transition sows. **Journal of Animal Science.** v. 100, n. 6, 2022.

THIBAUT, J. F., LAHAYE, M., GUILLON, F. **Physico-chemical properties of food plant cell walls.** In: **Schweizer, T. F. Edwards, C.A.** (Eds.), Dietary fibre: A Component of Food: Nutritional Function in Health and Disease. Springer, London, p. 21-39. 1992.

TIAN, M. et al. Dietary fiber and microbiota interaction regulates sow metabolism and reproductive performance. **Animal Nutrition Journal.** v. 6, p. 397-403. 2020.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **J. Anim. Sci.**, v. 26, n.1, p. 119-120. 1967.

VEUM, T.L. et al. The addition of ground wheat straw as a fiber source in the gestation diet of sows and the effect on sow and litter performance for three successive parities. **J Anim Sci** v.87. p.1003-1012. 2009.

WALKER, R.W.; CLEMENTE, J.C.; PETER, I.; LOOS, R.J.F. The prenatal gut microbiome: Are we colonized with bacteria in utero? **Pediatr. Obes.** v. 12, p. 3–17. 2017.

WANG, J. et al. Probiotic *Lactobacillus plantarum* promotes intestinal barrier function by strengthening the epithelium and modulationg gut microbiota. **Front Microbiol.** v. 9, 2018.

XU, C. et al. Inclusion of Soluble Fiber in the Gestation Diet Changes the Gut Microbiota, Affects Plasma Propionate and Odd-Chain Fatty Acids Levels, and Improves Insulin Sensitivity in Sows. **Int. J. Mol. Sci.** v.21, p. 1-14, 2020a.

XU, K. et al. Gut microbiota and blood metabolomics in weaning multiparous sows: Associations with oestrous. **J Anim Physiol Anim Nutr.** n. 104, p. 1155-1168, 2020b.

ZENG, F. and. ZHANG, S. Impactos of sow behavior on reproductive performance: current understanding. **Journal of Applied Animal Research**, v.51, n.1, p.256-264. 2023.

ZHUO Y.; FENG, B.; XUAN, Y.; et al. Inclusion of purified dietary fiber during gestation improved the reproductive performance of sows. **J Anim Sci Biotechnol.** n.11, v. 47, p. 1-17, 2020.

CAPÍTULO II

Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) em dietas de matrizes suínas em gestação sobre aspectos de desempenho produtivos.

RESUMO

A fibra dietética vem se destacando como estratégia alimentar em dietas de matrizes suínas gestantes em função dos vários benefícios para o sistema de produção. Objetivou-se com este estudo realizar revisão sistemática e meta-análise da fibra dietética na alimentação de porcas gestante sobre o desempenho produtivo. Através de buscas sistematizadas em três bases de dados eletrônica (Pub Med, Web of Science e Scielo), um total de 1934 artigos foram exportados ao gerenciador de referências (EndNote X9) para posterior seleção. Análises gráficas foram realizadas para observar a coerência biológica dos dados e obter uma visão geral da consistência e heterogeneidade dos artigos. Após a utilização de critérios de exclusão e inclusão, o banco de dados foi composto por 67 estudos oriundos de 13 países dos quais 32 tiveram dados de desempenhos comparados. Para a meta-análise foi usado apenas os artigos que tinham toda a gestação como período experimental e contou com variáveis respostas de 4538 porcas. A metanálise foi realizada através da análise de variância dos dados, no software estatística SAS (9.3), utilizando ferramentas de modelos mistos e randomizados, em que o genótipo, ordem de parto das matrizes, teor de lisina digestiva e energia metabolizável das dietas, foram utilizados como fatores aleatórios (efeito aleatório). Para o ganho de peso e de espessura de toucinho das porcas na gestação não houve diferença ($P < 0,05$) em função de dieta com baixo, médio e alto teor de fibra (FDN e FDA). O número de leitões nascidos e peso ao nascer não tiveram diferença significativa ($P < 0,05$). Já a duração do parto de porcas alimentadas com dietas de teor médio de fibra (18,17 de FDN e 7,07 de FDA) foi menor, assim como o número de natimortos no grupo de alta teor de fibra (25,58 de FDN e 14,01 de FDA). A partir dos resultados gerados verifica-se que níveis altos de fibra (25,58 de FDN e 14,01 de FDA) em dietas de porcas em gestação não compromete o desempenho e proporciona ganhos de produtividades.

Palavras-chave: Fibras dietéticas. Porcas em gestação. Leitões natimortos. Colostro.

ABSTRACT

Dietary fiber has been highlighted as a feeding strategy in the diets of pregnant sows due to the various benefits for the production system. The objective of this study was to carry out a systematic review and meta-analysis of dietary fiber in the diet of pregnant sows on productive performance. Through systematized searches in three electronic databases (Pub Med, Web of Science and Scielo), a total of 1934 articles were exported to the reference manager (EndNot X9) for subsequent selection. Graphical analyzes were performed to observe the biological coherence of the data and obtain an overview of the consistency and heterogeneity of the articles. After using exclusion and inclusion criteria, the database was composed of 67 studies from 13 countries, 32 of which had performance data compared. For the meta-analysis, only articles that had the entire pregnancy as an experimental period were used and included variable responses from 4538 sows. The meta-analysis was carried out through analysis of variance of the data, in the statistical software SAS (9.3), using mixed and randomized model tools, in which the genotype, birth order of the matrices, digestive lysine content and metabolizable energy of the diets were used as random factors (random effect). There was no difference ($P < 0.05$) regarding the weight gain and backfat thickness of sows during pregnancy depending on the diet with low, medium and high fiber content (NDF and ADF). The number of piglets born and birth weight did not differ significantly ($P < 0.05$). The duration of farrowing of sows fed diets with a medium fiber content (18.17 NDF and 7.07 ADF) was shorter, as was the number of stillbirths in the high fiber group (25.58 NDF and 14.01 of FDA). From the results generated, it can be seen that high levels of fiber (25.58 NDF and 14.01 ADF) in the diets of gestating sows do not compromise performance and provide productivity gains.

Keywords: Dietary fibers. Sow gestating. Stillborn piglets. Colostrum.

INTRODUÇÃO

O manejo alimentar de matrizes suínas na fase de gestação é caracterizado por dietas restritas para prevenir o ganho excessivo de peso que é associado a repercussões negativas na locomoção e no parto, além de reduzido consumo voluntário de ração na lactação. Esse manejo pode levar a agressão e estereotipia, afetando o bem-estar das porcas e seus índices produtivos (AGYEKUM et al., 2019). O uso de fibras dietéticas é uma estratégia alimentar que vem sendo evidenciada com objetivo de atenuar esses efeitos no sistema de produção.

O uso de fibras dietéticas em rações de matrizes suínas gestantes é um tópico atual de pesquisa na área da nutrição animal. Estudos tem evidenciado o efeito das fibras nas dietas sobre o bem-estar das porcas, mais precisamente os efeitos do centro de saciedade hipotalâmico sobre a secreção de gonadotrofinas, aliviando a frustração alimentar durante a gestação (LIU et al., 2019; FEYERA et al., 2019). As fibras dietéticas são indigestíveis por enzimas gástricas e nas porções iniciais do sistema-gastrointestinal, chegando ao intestino grosso onde são fermentadas pela complexa microbiota lá existente, disponibilizando ácidos graxos de cadeia curta responsável por promover saciedade.

Nos últimos anos, o uso de dietas enriquecidas com ingredientes fibrosos na fase de gestação tem sido foco de pesquisas para compreender a regulação da microbiota sobre a saúde intestinal, a imunidade das porcas e leitões (LI et al., 2021a). Ainda conforme Li et al., (2021a), a complexa e dinâmica flora de microrganismos que compõem o intestino das porcas não participa apenas da composição da barreira intestinal e do processo digestivo absorptivo, mas produz também metabólitos importantes. Como resultado, pode desencadear importante papel na morfologia intestinal das porcas e resposta imunológica, que por sua vez pode implicar em melhores resultados produtivos e reprodutivos.

O estudo do uso de fontes de fibras e seus efeitos é complexo devido a heterogeneidade das fontes e de suas frações, do ponto de vista analítico da composição bioquímica e características físico-químicas; de solubilidade, viscosidade e capacidade de retenção de água (WHC) (MOLIST et al., 2014; BACH KNUDSEN et al., 2012; JHA et al., 2010). Nesse sentido, é importante considerar a fonte de fibra adicionada a dieta, levando-se em consideração a qualidade desta, bem como o nível de inclusão nas dietas para prevenir distúrbios digestivos e redução na ingestão de nutrientes.

Devido à complexidade química, a estimativa do teor de fibra em dietas é um desafio analítico. Entre as análises mais rotineiras, o método da fibra em detergente (FDN e FDA) é usado hoje para quantificar a fibra em alimentos na indústria de ração animal para fins de

rotulagem nutricional. A fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) estabelece um compromisso entre o conceito nutricional e o método químico de solubilização da fibra alimentar (BACH KNUDSEN 2001). Esse método permite quantificar com precisão os componentes insolúveis das fibras (celulose, hemicelulose e lignina) e estimar as respostas fisiológicas à ingestão de alimentos fibrosos (FAHEY et al., 2019).

Está em constante evolução novas descobertas sobre o uso de fibras alimentares em dietas de matrizes suínas na fase de gestação. Com isso torna-se necessários estimar com maior precisão o nível ideal de fibra nas dietas de gestação para otimizar o desempenho das porcas e assim definir as melhores estratégias de uso de ingredientes fibrosos. Nesse estudo objetivou realizar uma revisão sistemática e meta-análise do uso de níveis de fibras baseados nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) na alimentação de matrizes suínas na fase de gestação sobre os aspectos produtivos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Revisão Sistemática

Para a revisão sistemática foi realizado busca eletrônica em três bases de dados científicas (Web Of Science, Pub Med e Scielo), para identificar o maior número possível de artigos que utilizaram alimentos fibrosos na dieta de matrizes suínas durante a fase de gestação. O método inicial de pesquisa foi constituído a partir da estratégia de pesquisa “PICO” para identificar “População”, “Interesse” e “Contexto” em ambas as bases indexadoras, não sendo imposto limitações geográficas de idioma, ou ano de publicação.

A chave de busca foi construída utilizando os seguintes descritivos em língua inglesa: a população foi definida como sow OR sows OR "gestation sow". Para o interesse foram utilizados os termos Fiber OR "dietary fiber" OR "sources of fiber" OR "dietary fiber concentrate" OR lignocelulose OR "non-starch polysaccharides". Para o contexto as palavras "litter size at birth" OR "body weight" OR "total live births" OR "litter size at weaning" OR "litter weight at weaning" OR "ADFI lactation" OR "fat thickness on the back" OR "average daily feed intake" OR "average daily gain" OR "feed conversion" OR "weight gain" OR ADFI OR ADG OR PC OR FCR OR performance foram utilizadas.

As buscas para formação da base de dados foram realizadas ao longo do ano de 2022, passando por processos de aprimoramentos necessários e o banco de dados foi atualizado até setembro de 2023. As Publicações foram exportadas para o Software gerenciador de referências (EndNote X9, Philadelphia, PA), onde foi realizado a seleção dos artigos. A estrutura do

trabalho seguiu as normas do checklist prisma (MOHER et al., 2015) com quatro etapas distintas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. O principal critério para a elegibilidade e inclusão das publicações foi o uso de dietas fibrosas para porcas em fase de gestação e conter informações de desempenho produtivo e reprodutivo.

Meta-análise

Os estudos incluídos na revisão sistemática foram transferidos e compilados no Microsoft Excel[®]. Na seção de materiais e métodos dos artigos foram extraídas informações da origem dos artigos, dietas experimentais e número de animais utilizados. E na seção de resultado foram obtidos os dados de peso inicial e final das porcas, assim como ganho de peso, número de leitões nascidos, natimortos e peso dos leitões. Após sistematização dos estudos, os artigos que tiveram dietas contendo ingredientes ricos em fibras ao longo de toda a gestação foram usados na análise estatística.

Os dados de fibra em detergente neutro (FDN) e em detergente ácido (FDA) foram recalculados pelo software EVAPIG[®] (2020) de acordo com ingredientes da composição das dietas de cada artigo. Essa etapa foi realizada uma vez que vários artigos não relataram os percentuais de FDN e FDA e o recálculo de todas as dietas com base em um único banco de dados (EVAPIG[®] 2020) permite melhor ajuste no erro da estimativa da composição nutricional das dietas experimentais. Com base na exigência mínima de fibra em detergente neutro (FDN) recomendado no Manual FEDNA (2013), teores de 17 e 20% em valores de FDN foram consideradas dietas de média fibras (MF) sendo as dietas abaixo desta faixa consideradas como nível baixo (BF) e acima considerado como nível alto (AF).

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade através do procedimento PROC UNIVARIATE do SAS (9.3), e para valores de probabilidade maior do que 5% no teste de Shapiro-Wilk, a distribuição foi considerada normal, do contrário, foi utilizado o procedimento PROC RANK do SAS (9.3) para a normalização dos resíduos. A análise de variância foi realizada através do software SAS (9.3) através de modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED e a opção RANDOM ponderando a ordem de parto, genética, lisina digestível e energia metabolizável, considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%, através do modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \epsilon_i + \beta_i + \gamma_i + \delta_i + G_i + \epsilon_{ijk}$$

Onde :

Y_{ij} = observações do efeito do nível de FDN i , repetição j e estudo k ;

μ = média geral;

ϵ_i = efeito aleatório da ordem de parto;

β_i = efeito aleatório da genética;

γ_i = efeito aleatório da lisina digestível;

δ_i = efeito aleatório da energia metabolizável;

G_j = efeito fixo dos parâmetros avaliados;

ϵ_{ij} = erro aleatório associado a cada observação, considerado independente, identicamente distribuída, normais com média 0 e variância σ .

RESULTADOS

Os estudos foram avaliados quanto a sua relevância e qualidade, sendo examinado títulos, resumos, metodologia empregada e resultados. Após exclusão dos duplicados (Figura 1), foram lidos títulos e excluídos os artigos que não contemplava a população de interesse (matrizes suínas) ou não se tratava da fase de gestação ou quando se tratavam de modelos *in vitro*. Na leitura dos resumos buscou-se identificar os estudos que abordaram o uso de ingredientes ricos em fibra na composição de dietas de gestação, sendo excluídos estudos que contemplaram apenas outras fases do ciclo reprodutivo da porca.

Na leitura completa dos artigos foram removidos da base de dados os estudos que apresentavam exclusivamente informações de comportamento, bem-estar, microbiologia, sendo incluídos os que apresentaram informações de desempenho produtivo e reprodutivo em função das dietas contendo as fontes de fibra.

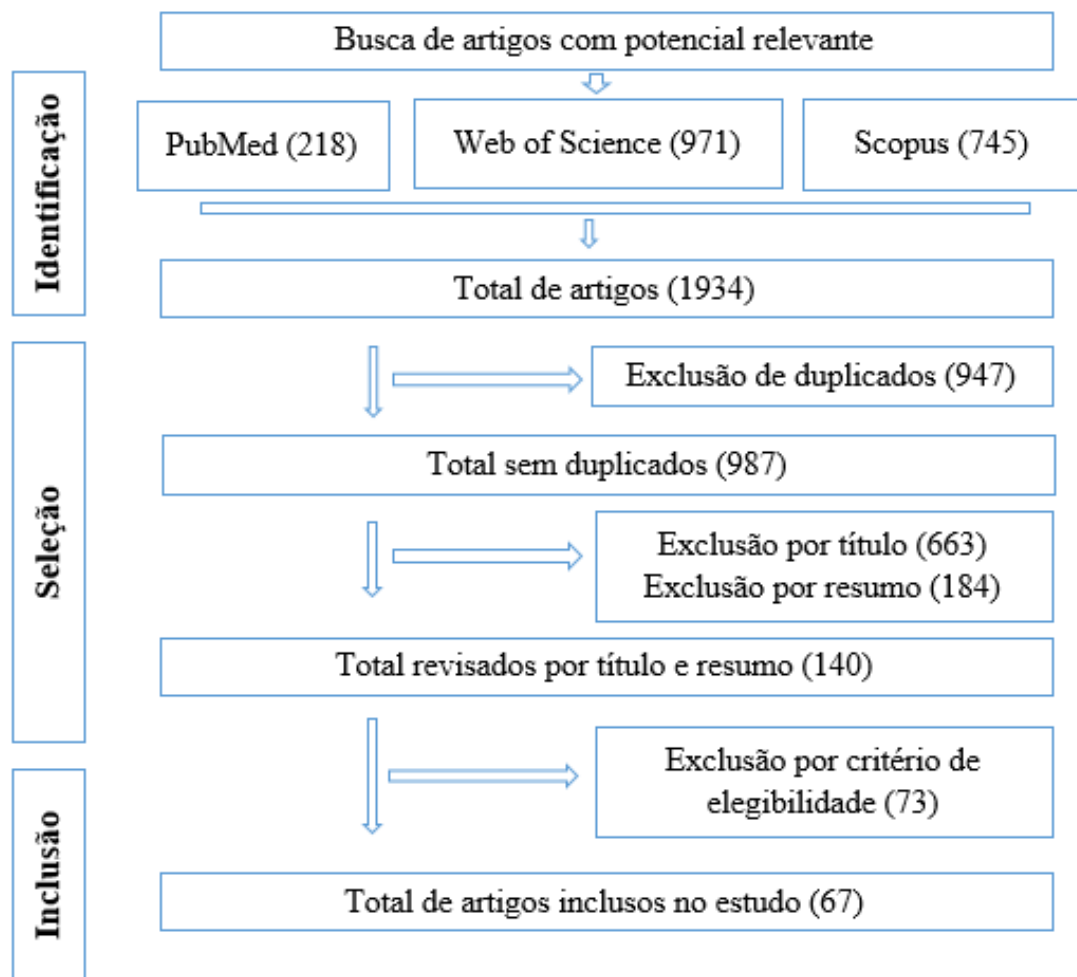


Figura 1. Diagrama de fluxo detalhado sobre a seleção dos estudos na revisão sistemática.

As pesquisas nas diferentes bases de dados com o uso das palavras-chave e suas combinações, após identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, produziram 67 artigos. Os artigos foram reunidos de vários periódicos e advindos de 13 diferentes países, os maiores números de publicações que compuseram esse trabalho foram oriundos da China, seguido dos Estados Unidos e Brasil (Figura 2).

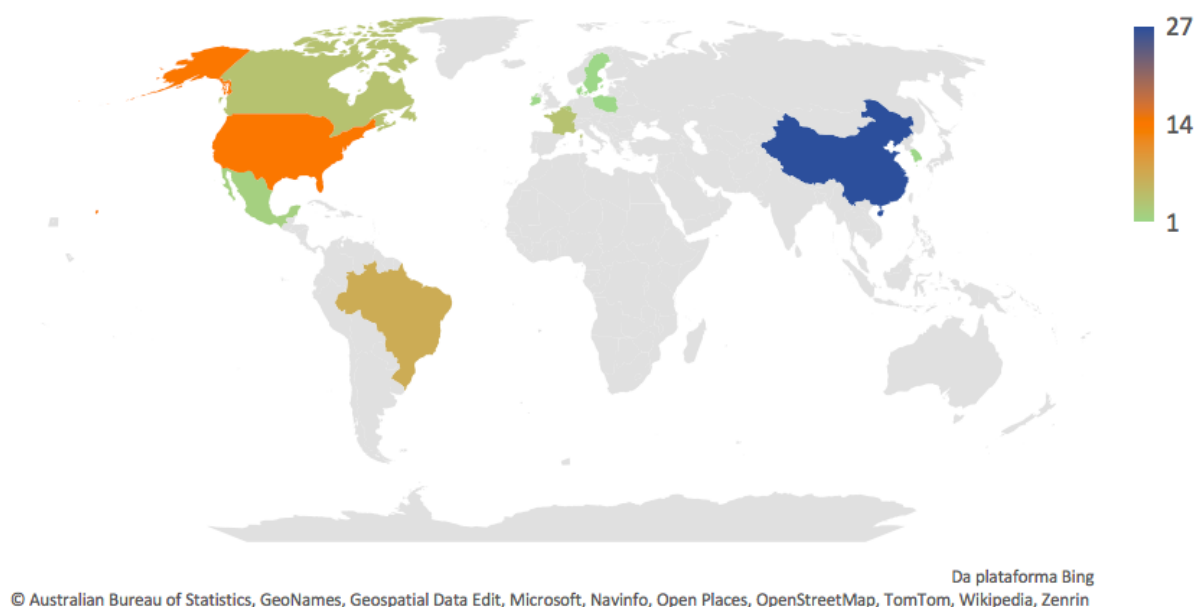


Figura 2. Distribuição geográfica mundial dos artigos que compuseram o banco de dados.

Dos 67 artigos selecionado para compor a revisão sistemática, apenas 32 apresentaram período experimental correspondente a toda a gestação e foram utilizados para compor a base de dados da meta-análise (Tabela 1) e contou com variáveis respostas de 4538 porcas. No banco de dados gerados para análise meta-analítica, observou-se que a respeito do material genético, os genótipos mais abrangentes foram matrizes com composição racial Landrace (71,9 %), sendo 1108 animais puros, 1126 Landrace x Yorkshire e 1033 animais Landrace x Large White.

É possível perceber a grande diversidade de ingredientes alimentares usados como fonte de fibras, desde polpa de beterraba, farelos de trigo, casca de soja, concentrados de fibras, além de combinações de fontes, dentre outros. Comumente os alimentos ricos em fibras apresentam densidade energética menor e para ajustes mais precisos na ingestão de nutrientes alguns pesquisadores optaram por ofertar volume de ração diferente, implicando em ligeiro maior consumo médio diário para animais submetidos a dietas experimentais ricas em fibras (Tabela 2).

Tabela 1. Descrição do banco de dados em função das fontes de fibras e níveis de inclusão nas dietas de porcas na fase de gestação.

Autor/ano	Formulação	Tipo de ingrediente	Nível do ingrediente (%)
Mroz et al 1986	c	Casca de aveia em substituição a dieta basal	C/10/30/50
Goranssosn et al., 1989	n	Polpa de beterraba	C/10
Matte et al., 1994	a ¹	Farelo de trigo/casca de aveia	C/43,3/41,48
Yan et al., 1995	n	Polpa de beterraba/palha de trigo	19/17,4
McGlone et al., 2001	a ²	Polpa de beterraba	C/25
Courboulay e Gaudré 2002	n	Aveia	3/10
Peet-Schwering et al., 2003	a ²	Casca de soja + polpa de beterraba	C/5,6+38,3
Guillemet et al., 2006	b	Farelo de girassol, farelo de trigo, polpa de beterraba, casca de soja e glutem de milho	C/9,75+9,75+19,5+9,75
Holt et al., 2006	a ²	Casca de soja	C/40
Darroch et al., 2008	a ²	Psyllium/casca de soja	C/0,3/20
Renteria-Flores et al. 2008	a ²	farelo de aveia/ Palha de trigo/Casca de soja	C/30,8/13,04/21,25
Veum et al., 2009	a ²	Palha de trigo	C/13,35
Sun et al., 2014	n	Farinha de konjac	C/2,1
Shi et al 2014	a ²	DDGS	C/12,5/25
Bernardino et al 2016	a ³	Casca de soja	C/35
Sapkota et al 2016	n	Amido resistente/Polpa de beterraba/Casca de soja	C/10,8/27,2/19,05;
Tan et al., 2017	n	Farinha de konjac/Polpa de beterraba	C/2.2/18,5
Cheng et al., 2018	a ³	Amido de milho pré-gelatinizado (Hangzhou, China+ goma de guar (Yunzhou, China) goma de guar	C/ 2,0% + 2% em substituição ao farelo de arroz
Li et al., 2019	a ³	Celulose (Guangxi Shangda Tech Co. LTD, Nanning, China) + inulina (ZTH TECH, pequin China)	0,0+2,5/1,0+1,5/2,0+0,5/2,5+0,0
Wu et al., 2019	a ³	Fibra purificada (FM, 50% goma guar, 50% celulose)	C/3,0
Huang et al 2020	a ³	Amido resistente/Fibra de soja fermentada	C/5/5

Mou et al 2020	a ³	Polpa de beterraba/Casca de soja/Farinha de trigo	25,54/13,78/20,66
Weng et al., 2020	a ³	Farelo de trigo/casca de soja/farelo de arroz	20/20/20
Zhuo et al., 2020	a ³	Farelo de trigo/ níveis crescentes de FIBER MIX (Guangxi Shangda Tech Co. LTD, Nanning, China)	C/18/1,0/2,0/3,0/4,0
Bernardino et al 2021	a ³	Casca de soja	C/35
Deng et al 2021	n	Aleurona de trigo	C/15/30
Li et al 2021	a ³	Inulina (ZTH Tec, Pequim, China) e Celulose (Guangxi Shangdha Tech Co., Nanning, China)	C/22,6 g + 181,6 g
Luo et al 2021	n	Resíduo de raiz de Radix Puereae	C/2/4
Shi et al., 2021	a ³	Farelo de trigo (WB) /Farinha de chicória (MC) / resíduo de coalhada de soja (SCR) / glúten de milho (CG) / farelo de arroz (RBM)	C/36,4/23,6/17,8/27/46,5
Xia et al 2021	a ³	Amaranthus hypochondriacus	C/30
Corassa et al. 2022	d	DDGS	C/15/30
Li et al. 2023	n	Farelo de trigo + Polpa de beterraba + Casca de soja	C/ 13,5+18,5+10

C - Dieta controle; Barra (/) - Separa as fontes de fibras utilizada nas dietas experimentais e seus respectivos percentuais de inclusão; Sinal de Adição (+) - quando há mais de um ingrediente como fonte de fibra na mesma dieta experimental; As letras representam os respectivos compêndios de exigências nutricionais utilizados como base na formulação das dietas experimentais nos respectivos estudos: **a** – NRC 1988¹, 1998², 2012³; **b** – INRA; **c** – ARC; **d** – Rostagno et al. 2017; **n** – Quando não informa

Após o recálculo da composição nutricional das dietas, estas foram categorizadas em função dos níveis de fibra, entre os níveis baixo, médio e alto de fibra (Tabela 2). As respectivas dietas apresentar média de 12,48, 18,17 e 25,58 % em frações de fibra em detergente neutro (FDN) e 4,19, 7,07, 14,01 de fibra em detergente ácido (FDA) respectivamente. As porcas que receberam dietas com alto teor de fibra ao longo da gestação tiveram menor peso inicial e final ($P < 0,05$) ao mesmo tempo em tiveram tendência de maior consumo médio diário de ração até os 84 dias de gestação ($P < 0,10$). O ganho de peso ao longo do período de gestação não foi influenciado pelo nível de fibra na dieta (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de níveis baixos, médio e alto de fibra em dietas de matrizes suínas sobre peso, espessura de toucinho, duração de parto e colostro.

Níveis de Fibra					
	BF	MF	AF	CV (%)	P-valor ¹
FDN (%)	12,48 ^c	18,17 ^b	25,58 ^a	67,40	0,000
FDA (%)	4,19 ^c	7,07 ^b	14,01 ^a	42,61	0,000
Consumo médio de ração (kg/dia)					
< 84 dias de gestação	2,31 ^b	2,42 ^{ab}	2,50 ^a	16,79	0,055
> 84 dias de gestação	2,87	2,89	2,93	12,77	0,892
Peso das porcas (kg)					
Inicial	193,68 ^a	198,45 ^a	163,64 ^b	20,63	0,005
Final	243,67 ^a	248,37 ^{ab}	205,81 ^b	17,13	0,030
Ganho	45,55	45,37	45,04	37,96	0,519
Espessura de Toucinho (mm)					
Início	15,69	15,98	15,00	9,93	0,994
Final	18,00 ^a	17,56 ^{ab}	16,63 ^b	8,09	0,085
Ganho	2,42	1,84	3,19	60,02	0,778
Duração de parto (min)	244,60 ^a	164,98 ^b	196,48 ^{ab}	22,25	0,004
Composição de colostro (%)					
Gordura	4,55 ^b	4,33 ^b	7,22 ^a	30,12	0,000
Proteína	11,15	14,14	9,33	43,08	0,119
Sólido	18,70 ^{ab}	25,13 ^a	18,27 ^b	38,47	0,030

BF – Dieta com baixa fibra em valores de FDN e FDA. MF – Dieta com média fibra em valores de FDN e FDA. AF – Dieta com alta fibra em valores de FDN e FDA. CV - Coeficientes de variação. P - Considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%.

Os animais do que receberam dietas com alto teor de fibra (AF) tiveram menor espessura de toucinho final em relação ao grupo baixa de fibra (BF), porém, não houve diferença ($P < 0,05$) nos ganhos de espessura de toucinho entre os três grupos ao longo da gestação.

A duração do parto foi reduzida quando os animais receberam teor MF durante a gestação em relação as porcas do grupo baixa BF ($P < 0,05$). Já o teor de gordura no colostro foi maior em porcas alimentadas com dietas AF. O teor de proteína no colostro não foi influenciado pela a concentração de fibra na dieta de gestação, porém, o teor de sólidos no colostro de porcas alimentadas com AF foi menor que dos animais que receberam a dieta com o teor médio de fibra (MF).

O número de nascidos totais, nascidos vivos, peso de nascidos totais, nascidos vivos e de leitegada não foi afetado em função dos níveis de fibra das dietas de matrizes suínas na fase de gestação (Tabela 3). Porém houve tendência de redução ($P < 0,10$) de redução de número de natimortos para as porcas que receberam dietas com alta fibra (AF).

Tabela 3. Efeito de níveis baixos, recomendável e alto de FDN e FDA em dietas de matrizes suínas número e peso de leitões nascidos.

Níveis de Fibra					
	BF	MF	AF	CV	P-valor ²
Número de Leitões (n)					
Nascidos Totais	12,88	12,83	12,45	13,20	0,538
Nascidos Vivos	11,41	11,40	11,46	11,66	0,988
Natimortos	1,15 ^{ab}	0,94 ^a	0,54 ^b	59,74	0,097
Peso de leitões (kg)					
Nascidos totais	1,47	1,49	1,44	7,29	0,910
Nascidos vivos	1,49	1,51	1,51	8,92	0,197
Leitegada	17,27	17,39	17,74	11,58	0,260

BF – Dieta com baixa fibra em valores de FDN e FDA. MF – Dieta com média fibra em valores de FDN e FDA. AF – Dieta com alta fibra em valores de FDN e FDA. CV - Coeficiente de variação. P - Considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%.

DISCUSSÕES

Os parâmetros descritivos adotados nas buscas para construção do presente estudo resultaram em 1934 artigos proveniente das três bases de dados, que do total, 67 documentos foram incluídos após a aplicação de critérios de seleção (Figura 1). Muitos estudos foram excluídos em critério de elegibilidade (73) por não atenderem o objeto desse trabalho, apresentando apenas analisar exclusivamente de variáveis como comportamento, bem-estar, estereotipia, microbiologia dentre outros.

Ao se analisar as regiões geográficas de realização dos estudos que compuseram o banco de dados, observa-se que 40% dos artigos foram de origem Chinesa, 21,87% dos Estados Unidos e 7,81% brasileiros (Figura 2). É possível relacionar os resultados com o ranking de países que mais produzem suínos no mundo divulgado no relatório anual da Associação Brasileira de proteína animal (ABPA, 2022). Notadamente, a diversidade das fontes de fibras tem correlação com a disponibilidade do ingrediente nos países de origem dos estudos, como é possível observar na Tabela 1. A taxa de inclusão da fibra em dietas de porcas está relacionada as propriedades físicas e químicas, grau de lignificação, solubilidade, taxa de passagem e fermentação (SHI et al 2021), que são diferentes nas diversas fonte de fibra dietéticas.

Para melhor controle na variação dos resultados em nossa análise, foi utilizado apenas dados produtivos e reprodutivos de 32 artigos que tinham igual período experimental, toda a gestação. Apesar da variabilidade na origem dos estudos e nas fontes de fibras, 20 artigos dos usados na análise tiveram suas dietas experimentais formuladas com base no National Research Council-NCR (Tabela 1).

Em relação a Metanálise, verificou-se que as porcas que receberam dietas de alta fibra (AF), em valores de FDN e FDA, tinham menor peso médio no início da gestação, consequentemente, tiveram menor peso e acúmulo de reservas corporais no fim da gestação. Nesse sentido, a diferença entre as médias de peso final e espessura de toucinho ao final da gestação não parece ter sido influenciado por os níveis de fibra, uma vez que o grupo AF eram mais leves no início da gestação. O estudo de Hojgaard e Bruunre (2021) realizado na Dinamarca entre 2015 e 2021, com genótipos de porcas modernas, recomenda de 14 a 17 mm de espessura de toucinho ao parto e descrevem que fora dessa faixa, acima, tem-se aumento da perda de peso e de espessura de toucinho na lactação, e a baixo, existe o risco de mais porcas ficarem criticamente magras afetando o ciclo seguinte. Em outra análise, é possível observar no presente estudo que porcas alimentadas com dietas BF tiveram espessura de toucinho ao fim da gestação acima das recomendações dinamarquesas (18 mm) enquanto que a dieta AF foi

eficiente para manter as condições corporais das porcas dentro das recomendações de Hojgaard e Bruunreia (2021), sem prejuízo ao ganho de peso.

Dietas ricas em fibras apresentam menor densidade energética pôr a fibra dos alimentos ocupar lugar de calorias e outros nutrientes mais calóricos na ração e reduzir a eficiência da absorção no intestino delgado (Bernaud e Rodrigues, 2013). Isso pode explica o fato do maior consumo médio diário até os 84 dias de gestação das porcas que tiveram dietas AF não ter implicado em maior ganho de peso no período de gestacional, tendo assim a fibra dietética contribuindo no controle do excesso de peso corporal. Por outro lado, maiores teores de fibra em dietas aumenta a mastigação, induz a secreção de saliva e suco gástrico (Agyekum et al 2019), e isso aliando ao maior consumo resulta na expansão do estômago e do aumento da saciedade o que pode implicar em melhorias ao bem-estar animal aliviando a frustração alimentar.

A metanálise demonstrou que adição controlada de fibras dietética (Dieta MF) na fase de gestação pode reduzir a duração do parto. Durante o parto, ocorre redução de fluxo sanguíneo à placenta em função das contrações uterinas, podendo ocorrer ruptura de cordões umbilical causando interrupção de nutrição ao feto e hipóxia (MOTA-ROJAS et al 2006; LANH E NAM, 2022). Utilizando casca de soja e farelo de trigo como fonte de fibra, Liu et al., (2022) observou redução de 24% na duração de parto em porcas alimentadas com 17,5% de FDN na dieta, a partir dos 80 dias de gestação. Em humanos a demanda energética para contração uterina aumenta de 2 a 3 vezes mais ATP para suprimento energético do miométrio (JRG et al., 2000). Já foi associado partos prolongados às condições de “exaustão” e à “fadiga uterina” (LAY et al., 2002), sugerindo que dar à luz leitegadas grandes exige muito gasto energético. Liu et al., (2022) associou seu resultado ao suprimento energético mais constate ao longo do parto, por lenta disponibilização de glicose a partir da produção de ácidos graxos de cadeia curta pela microbiota intestinal.

Sob estresse térmico, Oh et al., (2022) estudando o papel da fração FDA, também observou que dieta rica em fibra (6,5 de FDA e 22,7% de FDN) reduziu a duração do parto e correlacionou a maior motilidade gástrica, o que reduz o risco de constipações. No entanto, ao suplementar com pó de bambú micronizado (60g/dia) dietas no fim da gestação, Dai et al., (2023) não observaram diferença significativa no tempo de parto, atribuído esse achado ao curto período e ao baixo nível de suplementação. Nesse estudo a dieta com nível mais alto de fibra teve 4,81% em FDA e 12,04 % de FDN, valores considerados dietas de BF em nosso estudo meta-analítico e inferior aos estudos supracitados.

Porcas do grupo AF apresentaram maior teor de gordura no colostro, diferentemente das porcas que receberam as demais dietas, isto pode estar correlacionado a redução de energia durante a gestação que impacta positivamente no teor de gordura do colostro (WELDON et al., 1991) e a adição de fibra pode afetar a disponibilização de energia das dietas. Quesnel e Farmer (2019) em sua revisão sobre colostrogênese, descreve uma relação direta entre consumo de fibra na gestação e teor de gordura no colostro. A fibra dietética aumenta as concentrações plasmáticas de ácidos graxos de cadeia curta, incluindo acetato, que pode ser usado pela glândula mamária como precursora da síntese de novo de lipídios. Shi et al., (2021) estudando o aumento de FDN (8,4 vs 16%) em dietas de porcas gestantes, utilizando diferentes fontes de fibras, não observou diferença significativa, mas relatou tendência de aumento numérico de gordura no colostro em comparação ao grupo controle. Segundo Quesnel et al., (2015), o teor de proteína do colostro, geralmente, não é alterado em função do conteúdo de fibra da dieta, corroborando a nossos resultados. Estudos anteriores (LOISEL et al 2013; LI et al 2021b; SHI et al 2021) não observaram efeito significativo sobre o teor de sólidos totais do colostro. Nosso achado não foi suficiente para entender o verdadeiro papel da fibra sobre o conteúdo de sólidos totais do colostro e foram inconsistentes com estudos anteriores, podendo a heterogeneidade de estudo aqui incluído (Tabela 1) ser uma das causas.

Os níveis de fibra na dieta de gestação não afetaram o número de leitões nascidos totais, nascidos vivos e seus respectivos pesos (Tabela 3). Esse resultado está de acordo com estudos anteriores (LOISEL et al 2013; QUESNEL et al., 2009; HOLT et al., 2006) que descreveram não haver efeito significativo em número de nascidos, nascidos vivos e peso de leitões ao nascer de porcas que receberam dietas ricas em fibras, mantendo mesmo nível nutricional. Renteria-Flores et al (2008) relataram que porcas alimentadas com dieta rica em fibra solúvel durante a gestação tiveram maior número de embriões vivos e taxa total de sobrevivência embrionária em relação aos animais alimentados com dietas ricas em fibras insolúveis.

As fibras solúveis têm maior capacidade de absorver de água, expandir-se e ser fermentado por microrganismos no intestino grosso, promovendo ação probiótica, já os teores de FDN e FDA representam principalmente fibra insolúvel (QIN et al 2023). Isso explica em partes o fato de não termos observado diferença no número de leitões nascidos com aumento dos níveis de FDN e FDA, em contraste, não houve efeito deletério. A porca tem capacidade de mobilizar de suas reservas corporais, nutrientes para atendimento ao crescimento fetal quando em condições de suprimento dietético insuficiente (THEIL et al., 2022). O presente estudo sugere que níveis de até 25,58% de FDN e 14,01 de FDA não afetou a disponibilidade

de nutrientes das dietas uma vez que não houve diferença no ganho de peso das porcas no período de gestação e o peso de leitões ao nascer não foram afetados.

Foi observado que níveis altos de fibras (valor médio de FDA=14,1 e FDN=25,58) em dietas de porcas gestantes reduziu o número de natimortos em relação ao grupo MF. Estudos têm relacionado o número de natimortos, dentre outras causas, a maior duração de parto (LANH e NAM, 2022; NAM e SUKAN 2020; LANGENDIJK e PLUSH et al., 2019) por aumento de hipóxia e estresse, elevando o risco de mortalidade fetal. A menor duração média de parto foi observado nesse estudo em porcas do grupo MF, não diferindo do grupo AF, corroborando possível relação. Esses resultados são positivos, uma vez que ingredientes fibrosos são predominantemente de menor custo e podem promover benefício adicionais. Já quanto a redução de natimortos não ficou suficientemente claro na literatura o papel das fibras alimentares (ZHUO et al., 2020; SHANG et al., 2019) e nesse estudo, sendo necessário novas investigações para confirmar esses resultados.

CONCLUSÃO

A partir do banco de dados gerados e meta-análise, verificou-se que a incorporação de fontes de fibras nas dietas de matrizes em gestação, com base em valores de FDN e FDA, proporcionam resultados positivos, aumentando o teor de gordura no colostro, reduzindo o tempo de parto e mitigando o número de natimortos. Dietas com níveis médio de 14,01% de FDA e 25,8% de FDN não afetam as condições corporais das porcas, e desempenho da prole ao parto.

REFERÊNCIAS

- ABAPA – Associação Brasileira de proteína animal. Relatório Anual, 2022. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2022.pdf>>. Acesso em: 23, agosto de 2023.
- AGYEKUM, A. K.; COLUMBUS, A. D.; FARMER, P.; BEAULIEU A. B. Effects of supplementing processed straw during late gestation on sow physiology, lactation feed intake, and offspring body weight and carcass quality. **J. Anim. Sci.** n. 9, v. 97, p. 3958-3971. 2019.
- BACH KNUDSEN K. E.; HEDEMAN M. S.; LAERKE, H. N. The role of carbohydrates in intestinal health of pigs. **Animal Feed Science and Technology.** n. 173, p. 41-53, 2012.
- BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of dietary fibre analysis. **Anim.Feed Sci. Technol.** v.90, p.3-20, 2001.
- BLAS, C.; GASA, G. G. MATEUS, U. P. Necesidades nutricionales para ganado porcino: NORMAS FEDNA. **2ª edición.** Españã. Octubre, 2013.
- BERNAUD, F.S. R RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia.** v. 57, n. 6, p. 397- 405. 2013.
- DAI, F. et al. Effects from supplementary feeding of bamboo powder in perinatal period on farrowing process, serum biochemical indexes, and fecal microbes of sows and offspring piglets. **Frontiers in Microbiology.** v.4, 2023.
- FAHEY, J. R.; NOVOTNY, L.; LAYTON R.; MERTENS, D. R. Critical factors in determining fiber content of feeds and foods and their ingredients. **Journal of AOAC.** v. 102, n. 1, 2019.
- FEYERA T.; ZOU, P.; NUNTAPAITOON, M.; et al.Mammary metabolism and colostrogenesis in sows during late gestation and the colostral period. **J Anim Sci.** n.1, v. 91, p. 231-245. 2019.
- HOLT, J. P.; JOHNSTON, L.J.; BAIDOO, S.K.; SHURSON, G.C. Effects of a high-fiber diet and frequent feeding on behavior, reproductive performance, and nutrient digestibility in gestating sows. **J. Anim. Sci.** v. 84, p.946–955, 2006.
- HOJGAARD, C. K., and T. S. BRUUN. 2021. SEGES Gris. **BAGGRUND FOR ÆNDRING AF ANBEFALET RYGSPÆKTYKKELSE HOS SØER OMKRING FARING.** Disponível em <<https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/notater/2021/2130>>. Ed. Udgivet 7. Dinamarca. Acesso em 01 de fev de 2024.
- JHA R, et al. Barley and oat cultivars with diverse carbohydrate composition alter ileal and total tract nutrient digestibility and fermentation metabolites in weaned piglets. **Animal.** v.4, p.724-731, 2010

JRG, C.; MATTHEWS, S. G.; GIBB, W.; LYE, S. J. Endocrine and paracrine regulation of birth at term and preterm. **Endocr Ver.** v. 21, n.5, p.514-550.

LANGENDIJK, P. and PLUSH, K. Parturition and its relationship with stillbirths and asphyxiated piglets. **Animals.** v. 9, n. 11, 2019.

LANH, D. T. K. and NAM, N. H. High stillbirth rate in a swine farm in Vietnam and associated risk factors. **J. Adv. Vet. Anim. Res.** v.9, p.13–18, 2022.

LAY, D. C. et al. Preweaning survival in swine. **Journal of Animal Science**, v.80, p.74–85. 2002.

LI, H. et al. Physiological function and application of dietary fiber in pig nutrition: A review. **J. Anim. Nutr.** v.7, n.2, p.259-267. 2021a.

LI Y. et al. Effects of dietary fiber supplementation in gestation diets on sow performance, physiology and milk composition for successive three parities. **Animal Feed Science and Technology.** 2021b.

LIU H.; HOU, C.; LI, N.; et al. Microbial and metabolic alterations in gut microbiota of sows during pregnancy and lactation. **FASEB J.** v.33, p.4490-4501. 2019.

LIU, Y. et al., The improvement of parturition duration by high intake of dietary fibre in late gestation is associated with gut microbiota and metabolome in sows. **Br. J. Nutr.** v.128, p.2341-2352, 2022.

LOISEL, F.; FARMER, C.; RAMAEKERS, P.; QUESNEL, H. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. **J. Anim. Sci.** v.91, p.5269-5279, 2013.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P). **Syst Ver.** v.4, n.1, 2015.

MOLIST F. et al. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology.** v.189, p. 1-10, 2014.

MOTA-ROJAS D. et al. Comparative routes of oxytocin administration in crated farrowing sows and its effects on fetal and postnatal asphyxia. **Animal Reproduction Science.** v.92, p.123-143, 2006.

NAM N. H. and SUKON P. Risk factors associated with stillbirth of piglets born from oxytocin-assisted parturitions. **Vet World.** v. 13, p. 2172-2177, 2020.

OH, S. et al. Metabolic responses of dietary fiber during heat stress: effects on reproductive performance and stress level of gestating sows. **Metabolites.** v.12, n.4, p. 280-296, 2022.

QUESNEL et al., Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. **J. Anim. Sci.** v. 83, n. 2, p. 532-553, 2009.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; THEIL, P.K. Colostrum and Milk Production. In: FARMER, C, **The Gestating and Lactating Sow**; Wageningen Academic Publishers: Wageningen, The Netherlands. p. 825–833, 2015.

QUESNEL, H. and FARMER, C. Review: nutritional and endocrine control of colostrogenesis in swine. **Animal**. v. 13, p. 26-34. 2019

QIN, F. et al., Effect of Dietary Fiber on reproductive performance, intestinal microorganisms and immunity of the sow. A review. **Microorganisms**. v. 11, n. 9. 2023.

RENTERIA-FLORES, J. A.; JOHNSTON, L. J.; SHURSON, G. C. Effect of soluble and insoluble dietary fiber on embryo survival and sow performance. **J. Anim. Sci.** n. 2008, p. 2576–2584, 2008.

SHANG, Q. et al. Effects of dietary fiber sources during late gestation and lactation on sow performance, milk quality, and intestinal health in piglets. **Journal of Animal Science**. p. 1-12, 2019.

SHI, B. et al. The Effect of Increasing Neutral Detergent Fiber Level through Different Fiber Feed Ingredients throughout the Gestation of Sows. **Animals**. v. 11, p. 2-15, 2021.

THEIL, K. P.; FARMER, C.; FEYERA, T. Review: Physiology and nutrition of late gestating and transition sows. **Journal of Animal Science**. v. 100, n. 6, 2022.

WELDON, W. C. et al. Effect of Increased Dietary Energy and Protein during Late Gestation on Mammary Development in Gilts. **J. Anim. Sci.** v. 69, p.194–200, 1991.

ZHUO Y. et al. Inclusion of purified dietary fiber during gestation improved the reproductive performance of sows. **J Anim Sci Biotechnol**. n.11, v. 47, p. 1-17, 2020.

CAPÍTULO III

Revisão sistemática e meta-análise dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) na alimentação de matrizes suínas em gestação sobre aspectos produtivos e reprodutivos na lactação.

RESUMO

A inclusão de fibras alimentares em dietas de gestação pode melhorar o desempenho das porcas sobretudo na lactação. Objetivou-se com este estudo realizar revisão sistemática e meta-análise da relação entre os níveis de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) na nutrição de gestação e o desempenho produtivo e reprodutivo de porcas na lactação. Através de buscas sistematizadas em três bases de dados eletrônica (Pub Med, Web of Science e Scielo), um total de 1934 artigos foi exportado para o gerenciador de referências e posterior seleção. Análises gráficas foram realizadas para observar a coerência biológica dos dados e obter uma visão geral da consistência e heterogeneidade dos artigos. Após a utilização de critérios de exclusão e inclusão, o banco de dados foi composto por 67 estudos publicados entre os anos de 1984 e 2023, dos quais 32 tiveram dados de desempenhos comparados. Para a meta-análise foi usado apenas os documentos que tinham toda a gestação como período experimental e contou com 4538 observações (uma porca por unidade experimental). Análise de variância foi realizada através do software SAS (9.3) de modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED e a opção RANDOM onde a genética, ordem de parto assim como as concentrações de lisina digestível e energia metabolizável foram usados como fatores de variação (efeito aleatório). As dietas de gestação com diferentes níveis de fibras, em valores de FDA e FDN, não afetaram as condições corporais das porcas na lactação e o intervalo desmame-estro ($p < 0,05$). O Consumo voluntário de ração na lactação foi melhorado com uso de dietas enriquecidas em fibra. A inclusão de fibras dietéticas na alimentação de porcas gestantes, em valores de FDN e FDA, aumenta o número de desmamados e de peso de leitões ao desmame. Dietas de gestação com valores médios de 14,01% de FDA e 25,58% de FDN, não afetam o desempenho, proporcionaram ganhos produtivo.

Palavras-chave: Fibras dietéticas. Porcas. Peso de leitão. Leitões desmamados.

ABSTRACT

The inclusion of dietary fiber in gestation diets can improve the performance of sows, especially during lactation. The objective of this study was to carry out a systematic review and meta-analysis of the relationship between the levels of neutral detergent fiber (NDF) and acid fiber (FDA) in gestation nutrition and the productive and reproductive performance of sows during lactation. Through systematized searches in three electronic databases (Pub Med, Web of Sciene and Scielo), a total of 1934 articles were exported to the reference manager for subsequent selection. Graphical analyzes were performed to observe the biological coherence of the data and obtain an overview of the consistency and heterogeneity of the articles. After using exclusion and inclusion criteria, the database was composed of 67 studies published between 1984 and 2023, of which almost 32 had performance data compared. For the meta-analysis, only documents that had the entire pregnancy as an experimental period were used and had 4538 observations (one sow per experimental unit). Analysis of variance was performed using the mixed model SAS (9.3) software using the PROC MIXED procedure and the RANDOM option where genetics, birth order as well as concentrations of digestible lysine and metabolizable energy were used as variation factors (random effect). Pregnancy diets with different fiber levels, in ADF and NDF values, did not affect the body conditions of sows during lactation and the weaning-estrus interval ($p < 0.05$). Voluntary feed intake during lactation was improved with the use of fiber-enriched diets. The inclusion of dietary fiber in the feed of pregnant sows, in NDF and ADF values, increases the number of weaned piglets and the weight of piglets at weaning. Pregnancy diets with average values of 14.01% FDA and 25.58% NDF, did not affect performance, provided productive gains.

Keywords: Dietary fibers. Sow gestation. Piglet weight. Weaned piglets.

INTRODUÇÃO

O manejo nutricional de matrizes na fase de lactação é complexo e traz reflexos das fases anteriores. Segundo Theil et al., (2022), a fisiologia durante o final da gestação e o período de transição para a lactação é marcada por grandes mudanças na exigência e na forma de obtenção de nutrientes, especialmente durante o terço final da gestação. O manejo na fase de gestação é caracterizado por alimentação restrita para controle de sobrepeso, resultando em frustração alimentar e estereotipia (TIAN et al., 2020). Porcas superalimentadas durante a gestação geralmente apresentam queda na ingestão de ração na fase de lactação, consequentemente tem maior perda corporal, refletindo no ciclo posterior.

A lactação é caracterizada por uma fase de hipofagia fisiológica que pode estar associada ao aumento da glicemia e resistência à insulina em porcas na lactação (PÉRE et al., 2000; ORTIZ et al., 2020), provocando alterações no apetite que refletem na diminuição da ingestão de alimento voluntário durante a primeira semana principalmente (RIGÓN et al., 2008). Por outro lado, trata-se também de um período transitório onde anteriormente os animais recebiam alimentação restrita e agora *ad libitum*. Se a ingestão de nutrientes não é suficiente tem-se como reflexo a perda de peso corporal das porcas, aumento do intervalo entre desmame e o estro e prejuízos no desempenho da leitegada (QUESNEL et al., 2009). Durante a lactação as porcas mobilizam reservas corporais para síntese de leite e por isso buscando-se priorizando o máximo consumo voluntária de ração para reduzir a perda de massa muscular nessa fase (ORDAZ-OCHOA et al., 2018).

Segundo Shang et al., (2021), esses estresses a qual as porcas são constantemente submetidas, mais especificamente final da gestação e a lactação, desencadeia distúrbios metabólicos e respostas inflamatórias que comprometem a produtividade e vida útil dos animais no plantel. Com isso, o uso de fibras dietéticas é uma estratégia alimentar que vem sendo evidenciada com objetivo de atenuar esses efeitos indesejados no sistema de produção. Estudos têm se proposto a demonstrar que a adição de fibra alimentar às dietas de matrizes suínas na fase de gestação, não só aumenta a saciedade, mas também melhora o desempenho das porcas e leitões na fase de lactação por diversos mecanismos (CHE et al., 2011; LOISEL et al., 2013; MATTE et al., 1994; VEUM et al., 2009,).

Os valores determinados por o método de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) estabelecem equivalência entre a solubilidade química e a disponibilidade nutricional da fibra alimentar das dietas (FAHEY et al., 2019). Com isso, as análises de FDN e FDA são usadas para quantificar a fibra dos alimentos e rações, especialmente componentes insolúveis

como celulose, hemicelulose e lignina (BACH KNUDSEN 2001). Por ser um método rotineiro, barato e com maior disponibilidade de informações em tabelas de exigências nutricionais, especialmente por ter grande uso na nutrição de ruminantes, seus valores podem representar com precisão a resposta fisiológica de porcas à fibra dietética.

A hipótese desse trabalho é que dietas ricas em fibras para matrizes suínas na fase de gestação tem reflexos diretos na lactação subsequente, portanto, estimar a incorporação de fibra em detergente neutro e ácido em dietas de porcas gestantes em resposta ao melhor desempenho produtivo na lactação permitirá a utilização eficiente da fibra dietética. Objetivou-se com esse estudo estimar, por meio de revisão sistemática e meta-análise, o impacto dos níveis da fibra em detergente neutro e detergente ácido na alimentação de matrizes suínas na fase de gestação e os reflexos produtivos na lactação subsequente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Revisão Sistemática

Para a revisão sistemática foi realizada busca eletrônica em três bases de dados científicas (Web Of Science, Pub Med e Scielo), a fim de identificar o maior número possível de artigos que utilizaram alimentos fibrosos durante a fase de gestação. O método de pesquisa foi constituído a partir da estratégia de pesquisa “PICO” para identificar “População”, “Interesse” e “Contexto” em ambas as bases indexadoras, não sendo impostas limitações geográficas de idioma, ou ano de publicação.

A chave de busca foi construída utilizando os seguintes descritivos em língua inglesa: a população foi definida como sow OR sows OR "gestation sow". Para o interesse foram utilizados os termos Fiber OR "dietary fiber" OR "sources of fiber" OR "dietary fiber concentrate" OR lignocelulose OR "non-starch polysaccharides". Para o contexto as palavras "litter size at birth" OR "body weight" OR "total live births" OR "litter size at weaning" OR "litter weight at weaning" OR "ADFI lactation" OR "fat thickness on the back" OR "average daily feed intake" OR "average daily gain" OR "feed conversion" OR "weight gain" OR ADFI OR ADG OR PC OR FCR OR performance foram utilizadas.

As buscas para formação da base de dados foram realizadas ao longo do ano de 2022, passando por processos de aprimoramentos necessários e o banco de dados foi atualizado até setembro de 2023. As Publicações foram exportadas para o Software gerenciador de referências (EndNote X9, Philadelphia, PA), onde foi realizado a seleção dos artigos. A estrutura do trabalho seguiu as normas do checklist prisma (MOHER et al., 2015) com quatro etapas

distintas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão. O principal critério para a elegibilidade e inclusão das publicações foram o uso de ingredientes fibrosos em dietas para porcas em fase de gestação e lactação e conter informações de desempenho produtivo e reprodutivo.

Meta-análise

Os estudos incluídos na revisão sistemática foram transferidos e compilados no Microsoft Excel[®]. Na seção de materiais e métodos dos artigos foram extraídas informações da origem dos artigos, dietas experimentais e número de animais utilizados. E na seção de resultado foram obtidos os dados de peso inicial e final das porcas na lactação, assim como ganho de peso diário (GDP), número de leitões desmamados e peso dos leitões ao desmame. Após sistematização dos estudos, os artigos que tiveram dietas contendo os ingredientes fibrosos ao longo de toda a gestação foram usados na análise estatística.

Os dados das frações de fibra em detergente neutro (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) foram recalculados pelo software EVAPIG[®] de acordo com ingredientes da composição das dietas de cada artigo. Essa etapa foi realizada uma vez que vários artigos não relataram os percentuais de FDN e FDA e o recálculo de todas as dietas com base em um único banco de dados (EVAPIG[®] 2020) permite melhor ajuste no erro da estimativa da composição nutricional das dietas experimentais. Com base na exigência mínima de fibra em detergente neutro (FDN) recomendado no Manual FEDNA (2013), teores de 17 e 20% em valores de FDN foram consideradas dietas com concentração média em fibras (MF) sendo as dietas abaixo desta faixa consideradas como baixas em fibra (BF) e acima considerado como altas em fibra (AF). Com base nas informações de peso inicial, peso final e variação de peso na lactação foram calculadas as perdas relativas de peso (%) das porcas no período de lactação. O mesmo método foi utilizado para calcular a perda relativa de espessura (%) de toucinho.

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade através do procedimento PROC UNIVARIATE do SAS (9.3), e para valores de probabilidade maior do que 5% no teste de Shapiro-Wilk, a distribuição foi considerada normal, do contrário, foi utilizado o procedimento PROC RANK do SAS (9.3) para a normalização dos resíduos. A análise de variância foi realizada através do software SAS (9.3) através de modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED e a opção RANDOM ponderando a ordem de parto, genética, lisina digestível

e energia metabolizável, considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%, através do modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \varepsilon_i + \beta_i + \gamma_i + \delta_i + G_i + \varepsilon_{ijk}$$

Onde :

Y_{ij} = observações do efeito do nível de FDN i , repetição j e estudo k ;

μ = média geral;

ε_i = efeito aleatório da ordem de parto;

β_i = efeito aleatório da genética;

γ_i = efeito aleatório da lisina digestível;

δ_i = efeito aleatório da energia metabolizável;

G_j = efeito fixo dos parâmetros avaliados;

ε_{ij} = erro aleatório associado a cada observação, considerado independente, identicamente distribuída, normais com média 0 e variância σ .

RESULTADOS

A não inclusão de algum artigo neste estudo pode ter ocorrido por possivelmente não estarem disponível nas bases de dados explorada, não estarem vinculados a palavras chaves usadas ou quando estiveram indisponíveis. O reduzido acesso à informação e a grande variabilidade entre os estudos são as principais limitações em estudos meta-analíticos (MOREIRA et al., 2019). As publicações de resultados das buscas nas três bases de dados, que por critério de elegibilidade produziram 67 artigos selecionados, ocorreram entre 1984 e 2023, sendo na última década registrada aumento exponencial em número de publicações por ano, conforme figura 1. Os níveis de fibras nas dietas experimentais, expressos em valores de FDA e FDN, dos respectivos estudos foram descritos na figura 2.

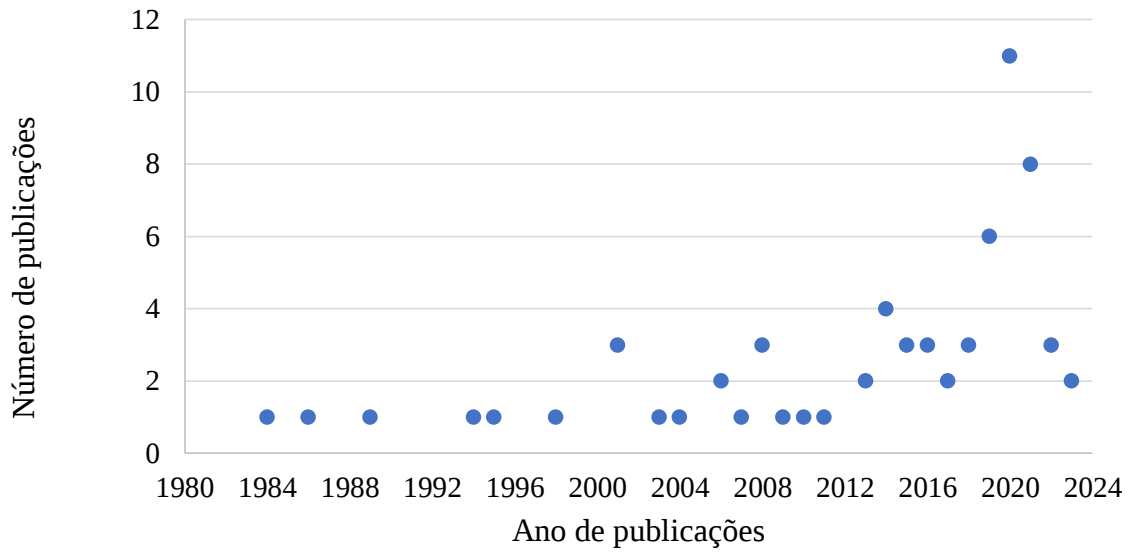


Figura 1. Relação entre o ano de publicação e número de artigos selecionados para compor a base de dados da revisão sistemática.

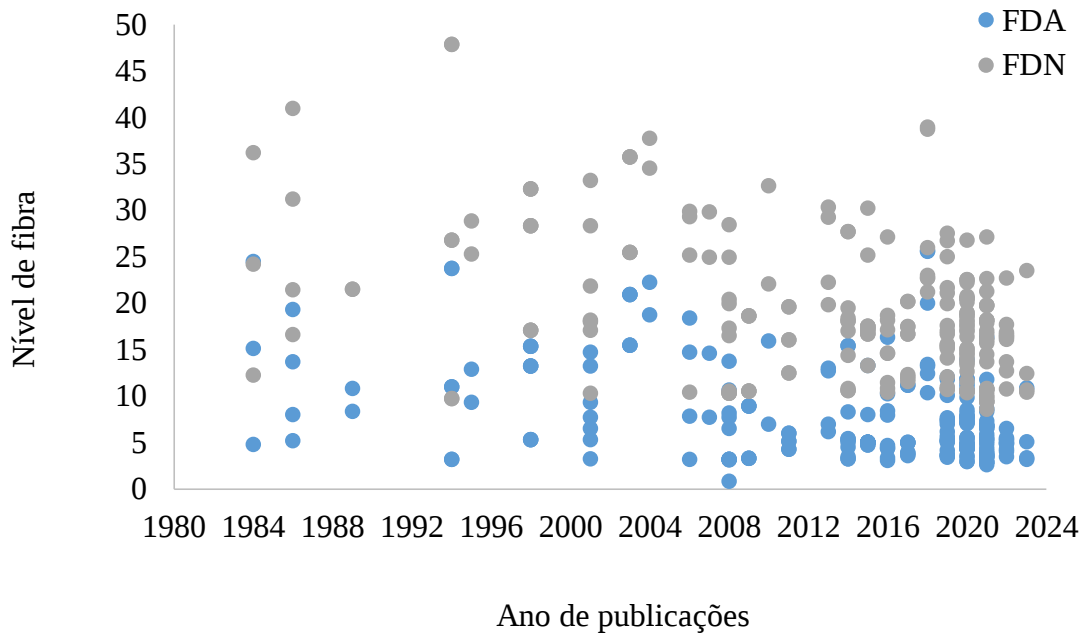


Figura 2. Relação entre o conteúdo de fibras nas dietas (Fibra em detergente Neutro-FDA e fibra em detergente neutro-FDN) e período de publicação dos artigos que compõem a base de dados da revisão sistemática.

Por haver divergência de período experimental nos artigos selecionados, apenas os estudos que compreenderam o uso de dietas com ingredientes fibrosos ao longo de toda a fase de gestação foram utilizados na meta-análise. No presente estudo foram analisadas e comparadas variáveis respostas de 4538 porcas oriundo de 32 diferentes artigos. Observou-se que a respeito do material genético, os genótipos mais abrangentes foram matrizes com composição racial Landrace (71,9 %), sendo 1108 animais puros, 1126 Landrace x Yorkshire e 1033 animais Landrace x Large White. Alguns estudos relataram a prática de adoção cruzada de leitões para equalização da leitegada, porém, apenas entre grupos de porcas de mesma dieta experimental.

A qualidade dos artigos que compuseram o banco de dados foi avaliada, sendo atribuído critérios a características dos estudos, pontuando em uma escala mínima de 9 e máxima de 18 pontos (Tabela 3). O objetivo final desta avaliação é observar e discutir alguns aspectos relevantes da experimentação para questionar, provocar e aprimorar métodos e protocolos utilizados no desenvolvimento de pesquisas e projetos e implicações sobre resultados observados. Na presente meta-análise, três artigos obtiveram pontuação máxima na escala de avaliação qualitativa, nenhum a nota mínima e na avaliação global a média foi de 15,18.

Tabela 1. Escala de avaliação qualitativa dos estudos usados na meta-análise.

Auto / ano	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
Mroz et al 1986	2	2	1	2	2	2	2	2	1	FC	16
Goranssosl et al., 1989	2	2	1	1	1	2	2	2	1	FC	14
Matte et al., 1994	2	2	1	1	1	2	2	2	1	FC	14
Yan et al., 1995	2	2	1	1	1	1	2	2	1	FC	14
McGlone et al., 2001	2	2	1	1	1	2	2	2	2	FC	15
Courboulay e Gaudré 2002	2	2	1	2	1	1	2	1	1	FC	14
Peet-Schwering et al., 2003	2	2	1	1	1	2	2	2	2	FC	15
Guillemet et al., 2006	2	1	1	1	2	2	2	2	2	FC	15
Holt et al., 2006	2	2	1	2	1	2	2	2	2	FC	16
Darroch et al., 2008	2	2	1	2	1	2	2	1	2	FC	15
Renteria-Flores et al 2008	2	2	2	2	NI	2	2	2	2	FC	15
Veum et al., 2009	2	2	1	2	1	2	1	2	2	FC	15
Sun et al., 2014	2	2	2	2	2	2	2	2	2	FN	18
Shi et al 2014	2	2	1	2	NI	2	2	2	2	FC	14
Bernardino et al 2016	2	1	1	1	1	2	2	1	2	FC	13
Sapkota et al 2016	2	2	2	2	2	2	2	2	2	FC	18
Tan et al., 2017	2	2	2	2	2	2	2	2	2	FC	18
Cheng et al., 2018	2	2	2	1	2	2	2	2	2	O	17
Li et al., 2019	2	2	2	1	2	1	2	2	2	O	15
Wu et al., 2019	2	2	2	1	2	2	2	2	2	O	17
Huang et al 2020	2	2	1	1	2	2	2	2	2	FC	16
Mou et al 2020	2	2	1	2	1	1	2	2	2	FC	16
Weng et al., 2020	2	2	1	2	1	1	2	2	2	FC	16
Zhuo et al., 2020	2	2	1	2	2	2	2	2	1	O	16
Bernardino et al 2021	2	1	1	1	1	2	2	2	2	FC	14
Deng et al 2021	2	2	1	2	NI	2	2	2	1	FC	13
Li et al 2021	2	2	2	1	1	2	2	2	2	O	16
Luo et al 2021	2	2	1	1	2	2	2	2	2	FN	16
Shi et al., 2021	2	2	1	2	2	2	2	2	2	FC	17
Xia et al 2021	2	2	1	1	NI	2	2	2	2	FN	13
Corasso et al 2022	2	2	1	1	NI	2	2	2	2	FC	13
Li et al. 2023	2	1	2	1	1	2	2	2	2	FC	15

Nota: **A**; Estudo randomizado com 2 pontos, e 1 para não-randomizados ou que não ficou claro no texto. **B**; Composição da dieta: estudos com dietas isoproteicas e isoenergéticas com 2 pontos; quando não era mencionado se a dieta era isoproteica e isoenergética com 1 ponto. **C**; quando o estudo expressou teores de fibra solúvel e insolúvel na dieta obteve 2 pontos quando não 1 ponto. **D**; quando o estudo expressou teores FDN e FDA recebeu 2 pontos, e 1 quando não. **E**; quando no estudo o consumo de ração foi igual entre os tratamentos recebeu nota 2, quando foi difere nota 1 e NI quando não foi informado quando não informou ou não ficou claro. **F**; Grupo controle: estudos com grupo controle pontuaram 2 pontos, enquanto estudos sem grupo controle (ou quando não estava claramente descrito no texto) obteve 1 ponto. **G**; Raça ou linhagem: estudos que mencionam a raça ou linhagem pontuaram 2 pontos, e quando não foram mencionados ou claramente descritos no texto, o estudo obteve 1 ponto. **H**; Ordem de parto: estudos que mencionam a ordem de parto das porcas obteve 2 pontos; quando a ordem de paridade não foi mencionada ou claramente descrita no texto, os estudos pontuaram 1 ponto. **I**; Comitê de ética animal: estudos aprovados por o comitê de ética obteve 2 pontos, e quando não foram aprovados ou a aprovação não foi mencionada, obtiveram 1 ponto **J**; FC para fontes convencionais de fibra, FN para não ou pouco convencional, O para fontes purificadas, produtos comerciais, etc.

Após o recálculo a alocação entre os níveis de fibra baixo, médio e alto, as dietas tiveram média de 12,48, 18,17 e 25,58 % de fibra em detergente neutro (FDN) e 4,19, 7,07, 14,01 de fibra em detergente ácido (FDA) respectivamente (Tabela 2). Houve variação média de período de lactação ($p < 0,05$), com maior número de dias em porcas que receberam dietas de gestação com alto conteúdo de fibra, com base em valores de FDA e FDN (Tabela 2). O conteúdo de fibra na dieta de gestação não influenciou o peso médio e a variação de peso das matrizes na fase de lactação. A perda de espessura de toucinho na fase de lactação foi maior no grupo de porcas que receberam dietas de gestação com alto conteúdo de fibra ($p < 0,05$). O consumo voluntário de ração no período de lactação foi menor no grupo de porcas que consumiram dietas de baixo conteúdo fibra na fase de gestação.

Tabela 2. Efeito de níveis baixo, médio e alto de fibra, em valores de FDN e FDA, na dieta de matrizes suínas em fase de gestação sobre o desempenho na lactação subsequente.

Níveis de Fibra					
	BF	MF	AF	CV (%)	P-valor
FDN %	12,48 ^c	18,17 ^b	25,58 ^a	67,40	0,000
FDA %	4,19 ^c	7,07 ^b	14,01 ^a	42,61	0,000
Lactação (dias)	22,61 ^b	21,87 ^b	25,61 ^a	19,39	0,038
Peso das porcas (kg)					
Inicial	219,99	225,86	207,26	14,75	0,370
Final	212,02	214,82	194,33	17,07	0,520
Perda	13,56	10,25	16,50	84,97	0,471
Perda relativa (%)	5,11	3,48	7,39	94,61	0,168
Espessura de Toucinho (mm)					
Início	17,36	17,30	16,92	12,41	0,680
Final	15,83	16,44	14,50	11,38	0,215
Perda	2,31 ^{ab}	1,50 ^b	3,71 ^a	64,70	0,045
Perda relativa (%)	12,82	7,30	13,08	64,24	0,257
CVL¹ (kg/dia)	5,38 ^b	6,04 ^a	5,73 ^a	14,45	0,006
IDE² (dia)	4,92	4,83	7,83	33,35	0,213

BF – Dieta com baixa fibra em valores de FDN e FDA. MF – Dieta com média fibra em valores de FDN e FDA. AF – Dieta com alta fibra em valores de FDN e FDA. CV - Coeficientes de variação. P - Considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%. ¹CVL- Consumo voluntário na lactação. ²IDE- Intervalo desmame-estro.

O número de leitões desmamados foi maior quando as porcas receberam altos níveis de fibra na dieta de gestação (Tabela 3). Assim como, o peso médio dos leitões desmamados, que foi maior quando as matrizes foram alimentadas com dietas de alta teor de fibra, em relação ao grupo de baixa fibra, com base em frações de FDA e FDN. Entretanto, o ganho diário de peso dos leitões não diferiu ($p < 0,05$) em função do consumo de fibras por porcas na gestação.

Tabela 3. Efeito de níveis baixos, médio e alto de fibra, em valores de FDN e FDA, na dieta de matrizes suínas em fase de gestação sobre o desempenho leitões lactentes.

	Níveis de Fibra				
	BF	MF	AF	CV (%)	P-valor
Leitões Desmamados					
Número	9,92 ^b	9,60 ^b	10,33 ^a	9,05	0,001
Peso/leitão (kg)	6,43 ^b	6,80 ^{ab}	6,99 ^a	13,68	0,060
GDP¹ (g)	227,58	245,16	231,28	10,65	0,431

BF – Dieta com baixa fibra em valores de FDN e FDA. MF – Dieta com média fibra em valores de FDN e FDA. AF – Dieta com alta fibra em valores de FDN e FDA CV - Coeficiente de variação. P - Considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%. ¹Ganho diário de peso.

DISCUSSÃO

Os efeitos da fibra na alimentação de porcas na fase de gestação tem sido objeto de intensa investigação científica. O crescente interesse em uso de fontes de fibra para porcas é aqui traduzido no número de publicações observadas no presente estudo de revisão sistemática e no crescente número de publicações, especialmente na última década. Shi et al., (2021), ressaltam que a legislação sobre bem-estar animal na União Europeia (CONSELHO DIRECTIVA, 2001/88/CE), determina que todas as porcas gestantes sobre regime de restrição alimentar devem receber dietas ricas em fibras para aliviar a frustração alimentar durante a gestação e para preparar as fêmeas para alimentação *ad libitum* durante a lactação. Fato preponderante no aumento do interesse nutricional do uso de fibras dietéticas para matrizes suínas gestantes.

Atualmente as informações sobre exigências nutricionais de fibras para matrizes suínas é negligenciada, pois não constam informações sobre exigências de fibras em compêndios nacionais (ROSTANGNO et al., 2017). A quantificação da fibra dos alimentos é definida pelo método analítico usado para isolá-la (FAHEY et al., 2019). Além disso, os efeitos da fibra alimentar nas respostas fisiológicas podem ser confundidos conforme for o método analítico

utilizado para quantificar os teores de fibra da dieta. O nível mínimo de fibra, com base no método de FDN, descritos no Manual FEDNA (2013) foi estabelecido como parâmetros nesse trabalho. Apesar do crescente número de publicações nos últimos anos (Figura 1), os níveis de fibra em dietas de gestação permaneceram constantes nos últimos 10 anos (Figura 2). Esse fato pode ser explicado em função da diversidade de fontes e da complexidade da fibra dietética, indicando que o maior número de estudo foi buscando compreender as fontes de fibras e suas interações nas dietas, assim como os mecanismos intrínsecos.

Dentre os 67 artigos selecionados em três bases de dados eletrônicas (Pub Med, Web of Science, Scielo) por meio de revisão sistemática, 32 foram utilizados nessa meta-análise por similaridade de período experimental (Toda a gestação). Como parte da metodologia de revisão sistemática (PALENCIA et al., 2017), critérios que permitiram a caracterização qualitativa dos artigos, foram empregados para garantir a confiabilidade dos resultados. Em escala de avaliação qualitativa dos estudos, todos foram randomizados e apresentaram seus respectivos delineamentos estatísticos (Tabela 2). A maioria dos estudos (75 %) utilizados nessa análise usaram alimentos convencionais (FC) como fonte de fibras, a exemplo de farelo de trigo, casca de soja, polpa de beterraba, farelo de arroz, etc. Apenas três estudos utilizaram fontes pouco convencional (FN), a exemplo de Tan et al., (2017) com farinha de Konjac, Xia et al, (2021) com *Amaranthus hypochondriacus* e Luo et al., (2021) com resíduo de raiz de *Radix Puereae*. Os demais estudos, cinco artigos, utilizaram produtos comerciais a base de fontes purificadas de fibras dietéticas.

Em se tratado de experimentação com nutrição animal, é prudente que os níveis de ingestão de proteínas e energia das dietas sejam isonômicos, para observar as implicações nutricionais da fibra dietética e sua respectiva taxa de incorporação na alimentação de porcas gestantes. Apenas quatro estudos não foram ou não deixaram claro se as dietas eram isoproteicas e isoenergética. Cinco não informaram o consumo de ração na gestação e em 15, tiveram diferença de consumo de ração entre os tratamentos. Alguns autores justificaram como ajustes para equiparar a ingestão de energia das dietas.

A maioria dos artigos (71,8%) não informaram na composição nutricional das dietas os níveis de fibras solúveis e insolúveis e foram predominantes os valores de fibra em detergente (FDN e FDA). Shang et al., (2021), descreve em seu trabalho que a suplementação de polpa de beterraba teve redução significativa de nitrogênio urético em relação a dieta de gestação para porcas que receberam farelo de trigo como fonte de fibra. A concentração sérica de nitrogênio urético tem relação com catabolismo de proteínas corporais (MULLER et al., 2022). Esse resultado denota que a heterogeneidade de fontes de fibra é causa consistente de

variações em estudos sobre fibras dietéticas para porcas gestantes, uma vêz que a polpa de beterraba tem maior relação fibra solúvel/insolúveis do que o farelo de trigo. O princípio da análise de FDN quantificam a composição básica das frações insolúveis da fibra, como hemicelulose, celulose e lignina, o que se aproxima do teor de fibra insolúvel (PASCOAL et al., 2015).

Segundo Douglas et al., (2014) características individuais dos animais como ordem de parto e raça ou linhagem são também causas de inconsistências entre estudos, devendo ser levado em consideração. Nessa meta-análise, um estudo não informou a genética e três não deixou claro a ordem de parto das porcas.

Dados requisitos de bem-estar animal em sistemas de produção e em experimentação, observou-se nesse trabalho que 78% dos artigos foram submetidos a uma comissão de ética, que segundo Moreira et al., (2019) tem também correlação com exigências de revistas científicas. O uso de um tratamento controle em experimentação é empregado em comparação de resultados já conhecidos com uma nova hipótese. Nesse trabalho, cinco artigos não tinham dieta controle. A presente revisão oferece uma visão crítica e ampla dos resultados sobre o tema explorado, colaborando com novas perspectivas e conclusões.

Observou-se que a taxa de incorporação de fibra em dietas de gestação não influenciou o peso corporal das porcas na lactação (Tabela 2). A menor mobilização de reservas corporais mensurado em perda de espessura de toucinho foi no grupo de porcas que receberam níveis médio de fibra (MF) em dieta de gestação, diferindo do grupo de alta fibra ($p < 0,05$). Essa observação pode estar correlacionado ao período médio de lactação em dias, que foi maior ($p < 0,05$) em quase 15 % no grupo de porcas que receberam alto nível de fibra (AF) na gestação. Na lactação, com a demanda do aparelho mamário a oxidação de substratos energéticos glicogênicos (Glicose) muda para oxidação de substratos energéticos cetogênicos, a partir de triglicerídeos, criando balanço energético negativo (WALSH et al., 2012; THEIL et al., 2022) e um período lactacional mais prolongado pode produzir desgaste em demasia de reservas lipídicas. Ao mesmo tempo, apesar do maior período lactacional das porcas que receberam dietas AF na gestação não houve diferença de perda de peso entre os grupos tratamento e quanto a perda relativa de espessura de toucinho na lactação não foi afetada. Sugere-se que dietas com alto FDN e FDA (25,58 e 14,01) na gestação proporcionou condições de reservas lipídicas suficiente para porcas em período de lactação médio de 25,56 dias e mitigou o catabolismo de massa muscular.

No entanto, o consumo voluntário de ração na lactação foi maior no grupo que receberam dietas de gestação MF e AF ($P < 0,05$). Quesnel et al., (2009) avaliando uma dieta

com alto teor de fibra (FDA = 11% e FDN = 30,7%) na gestação, observou aumento significativo de consumo voluntário de ração na lactação, atribuindo os seus achados, em partes, a queda na concentração de leptina circulante no final de gestação em relação ao grupo controle. A leptina é descrita como hormônio secretada do tecido adiposo reconhecido por provocar diminuição da ingestão de alimentos em muitas espécies de mamíferos, incluindo suínos (BARB, 1999). Oelke et al (2018) trabalhando com dietas de gestação com níveis de fibra semelhante aos níveis médio nesse estudo (4, 10,2 e 11,8% de FDA e 1,5, 19,6 e 26,1% de FDN respectivamente) não observaram diferença significativa nas concentrações de leptina no fim da gestação e apenas uma diferença numérica no consumo de ração foi relatado. Baixos consumo de ração durante a lactação tem sido associado também a outras causas como a condições corporais no parto e resistência à insulina (ORTIZ et al 2020; COOLS et al 2014). Xu et al., (2020), em teste de tolerância a glicose em matrizes suínas gestantes, descreveu que fibra solúvel tem demonstrado melhorar a sensibilidade à insulina, melhorando o consumo voluntário de porcas. Apesar das discordâncias entre estudos individuais, as observações realizadas em nessa análise meta-analítica sugerem que o uso de fibra na gestação aumenta o consumo de ração de porcas na lactação, melhorando o desempenho produtivo.

Níveis baixo, médio e alto de FDA e FDN não afetaram o intervalo desmame-estro ($P < 0,05$) em nossa análise. Embora que esse intervalo médio tenha variado entre 4 e 8 dias nos três grupos (Tabela 2) é um período aceitável e essencial para que as porcas ovulem eficientemente e mantenham a taxa de sobrevivência do embrião durante a gestação seguinte (TIAN et al., 2020).

Porcas que receberam dietas com alto teor de fibra na gestação tiveram aumento de número de leitões desmamados e do peso ao desmame ($P < 0,05$), apesar de não ser observado diferença significativa no GDP. O período locacional maior do grupo AF poderia ser causa consistente para o maior peso de leitões desmamados observado nesse estudo, porém, em meta-análise nem todos os artigos incluídos no conjunto de dados fornecem as mesmas variáveis resposta o que consiste em um desafio e requer maior sensibilidade indutiva do pesquisador. No artigo de Matte et al. (1995) as porcas tiveram duração de lactação de 35 dias e suas dietas experimentais foram categorizadas para efeito de meta-análise como dietas AF por conterem 26,6% e 47,8% de FDN respectivamente. O trabalho de Matte et al. (1995) certamente contribuiu para o aumento médio de dias de lactação do grupo de porcas que receberam dietas AF, porém, o referido artigo não apresentou peso de leitões ao desmame, não implicando na análise estatística de peso de leitão desamado. Podem-se inferir então que o maior período

lactação de porcas que receberam dietas AF não tenha relação com o maior peso de leitões desmamados nesse grupo tratamento.

Nesse sentido, Farmer et al., (1995) descreveram que alimentação rica em fibra ao longo da gestação tende a aumentar as concentrações de prolactina, hormônio chave para o início e manutenção da produção de leite. Oelke et al (2018) relataram aumento na produção de leite quando porcas receberam casca de soja como fonte de fibra (24,4%,) em dietas de gestação. Esses fatos podem implicar em aumento do peso médio ao desmame dos leitões, o que já foi observado nos estudos de Sun et al (2014); Shi et al., (2021) e é consistente com esse estudo (Tabela 3). A alimentação de porcas gestantes com dietas ricas em fibras afeta indiretamente o desempenho dos leitões, regulando a secreção de leite.

Outra hipótese aceita é que as dietas contendo altos teores de fibra na gestação contribuam na colonização microbiana do trato gastrointestinal dos leitões e na resposta imune. O padrão microbiano do lúmen intestinal de porcas expostas a dietas fibrosas na gestação, especialmente quanto a presença do gênero *Lactobacillus*, tem sido associado a melhores características de crescimento e saúde intestinal em leitões recém-nascidos (MACH et al. 2018). Já é reconhecido a função probiótico de *Lactobacillus*, desempenhando importante papel na defesa contra patógenos e melhorando a função imune e da barreira intestinal, correlacionando-se negativamente com a taxa de diarreia em leitões (CHENG et al.,2018). Dietas enriquecidas em fibra (10,11 vs 21,93 de FDN) com casca de soja e poupa de beterraba para porcas gestantes, aumentaram significativamente a microbioma e diversidade do quimo colônico de leitões, e melhorou significativamente a abundância de *Acidobactérias* e *Bacteroidetes* (He et al., 2020). Todos os estudos acima sugerem que a fibra na nutrição de gestação é positiva na saúde e desempenho de porcas e leitões e nessa meta-análise podemos inferir uma positiva correlação entre aumento de consumo voluntário e aumento de número e peso de leitões desmamados.

CONCLUSÃO

Dietas de gestação com valores médios de 14,01% de FDA e 25,58% de FDN, não afetam o desempenho corporal e produtivo de porcas na lactação. A inclusão de fibras dietéticas na alimentação de porcas gestantes, em valores de FDN e FDA, melhora o consumo voluntário na lactação, aumenta o número de desmamados e do peso de leitões ao desmame.

REFERÊNCIAS

BARB, C. R. The brain-pituitary-adipocyte axis: Role of leptin in modulating neuroendocrine function. **J. Anim. Sci.** n.77, p.1249– 1257, 1999.

BLAS, C.; GASA, G. G. MATEUS, U. P. Necesidades nutricionales para ganado porcino: NORMAS FEDNA. **2ª edición**. Españã. Octubre, 2013.

CHENG C.; WEI, H; YU, H; XU, C.; et al. Metabolic Syndrome During Perinatal Period in Sows and the Link With Gut Microbiota and Metabolites. **Front Microbiol.** n. 9, 2018.

CHE L, et al. Effect of dietary fibre on reproductive performance of sows during the first two parities. **Reprod Domest Anim.** v.46, p. 1061-1066, 2011.

COOLS, A. et al. Ad libitum feeding during the peripartal period affects bodycondition, reproduction results and metabolism of sows. **Anim. Feed Sci. Technol.** v.145, p.130–140, 2014.

DOUGLAS, S. L.; SZYZKA O.; STODDAR K.; et al. A meta-analysis to identify animal and management factors influencing gestating sow efficiency. **J. Anim. Sci.** v.95, p. 5716-5726, 2014.

FAHEY, J. R.; NOVOTNY, L.; LAYTON R.; MERTENS, D. R. Critical factors in determining fiber content of feeds and foods and their ingredients. **Jounal of AOAC.** v. 102, n. 1, 2019.

FARMER, C. et al. Endocrine and Peripartum Behavioral Responses of Sows Fed High-Fiber Diets during Gestation. Can. **J. Anim. Sci.** v. 75, p. 531–536, 1995.

HE, Y., PENG, X., LIU, Y., WU, Q., ZHOU, Q., HU, L., et al. Effects of maternal fiber intake on intestinal morphology, bacterial profile and proteome of newborns using pig as model. **Nutrients.** v.13, n. 42, 2020.

LOISEL F. et al. Effects of high fiber intake during late pregnancy on sow physiology, colostrum production, and piglet performance. **J Anim Sci.** v.91. p. 5269-5279, 2013.

LUO, Z. et al. Effects of fermented Radix puerariae resíduo o nutriente digestibility and reproductive performance of sows. **Frontiers in Nutrition.** v.8, 2021.

MATTE, J. J. Et al. Effect of bulky diets based on wheat bran or oat hulls on reproductive performance of sows during their first two parities. **J Anim Sci.** v.72. p.1754-1760, 1994.

MACH N, et al. Early-life establishment of the swine gut microbiome and impact on host phenotypes. **Environ Microbiol. Rep.** v.7, n.3, p.554-569, 2015.

- MOHER, D.; SHAMSEER, L.; CLARKE, M.; et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015.
- MOREIRA, R. H. R, et al. Variability of piglet birth weights: A systematic review and meta-analysis. **J Anim Physiol Anim Nutr.** V. 104, n. 6, p. 657-666, 2019.
- MULLER, T. L. et al. Serum creatinine is a poor marker of a predicted change in muscle mass in lactating sows. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.).** v.106, p.1009–1016, 2022.
- OELKE, C. A.; RIBEIRO, A, M. L.; NORE, M. et al, Effect of different levels of total dietary fiber on the performance of sows in gestation and lactation. **Brazilian Journal of Animal Science.** v. 47, 2018.
- ORDAZ-OCHOA, G. JUAREZ-CARATACHEA, A. PÉREZ-SÁNCHEZ, R. L. et al Effect of lactating sows' diet supplemented with cactus (*Opuntia ficus-indica*) on feed intake and reproductive and productive post-weaning performances. **Tropical Animal Health and Production.** v. 50, p. 1671-1682, 2018.
- ORTIZ, R.; LÓPEZ, M.; PÉREZ, R. E. ET AL, Effect of the Inclusion of Different Levels of Dietary Cactus (*Opuntia ficus-indica*) on Gilts' Biochemical Parameters and Feed Intake during Lactation. **Animals.** v. 10, 2020.
- PALENCIA, J. Y. P. et al. Arginine for gestating sows and fetal development: A systematic review. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.** v.102, n.1, p.204–213, 2017.
- PASCOAL, L. A. F.; THOMAZ, M. C.; WATANABE, P. H. et al. Purified cellulose, soybean hulls and citrus pulp as a source of fiber for weaned piglets. **Scientia Agricola.** v.72, n.5, p.400-410, 2015.
- PÈRE, M.C.; ETIENNE, M.; DOURMAD, J.Y. Adaptations of glucose metabolism in multiparous sows: Effects of pregnancy and feeding level. **J. Anim. Sci.** v.78, p.2933–2941, 2000.
- QUESNEL, H.; MEUNIER-SALAÜN, M. C.; HAMARD, A. Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation. **J. Anim. Sci.** v.87, p.532–543, 2009.
- RIGÓN, R. C. A.; LOVATTOM P. A.; WESCHENFELDERM V. A, et al. Metanálise da relação entre espessura de tocinho e variáveis nutricionais de porcas gestantes e lactantes. **Cien. Rur.** n.38, v.4, p.1085–1091, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais. 4th ed. UFV, Viçosa. Pp. 443-444. 2017.
- SHANG, Q., et al. Impact of sugar beet pulp and wheat bran on serum biochemical profile, inflammatory responses and gut microbiota in sows during late gestation and lactation. **J. Anim. Sci. Biotechnol.** v.12, n.54. 2021.

- SHI, B. et al. The Effect of Increasing Neutral Detergent Fiber Level through Different Fiber Feed Ingredients throughout the Gestation of Sows. **Animals**. v. 11, p. 2-15, 2021.
- SUN, H. et al. Effects of Konjac Flour Inclusion in Gestation Diets on the Nutrient Digestibility, Lactation Feed Intake and Reproductive Performance of Sows. **Animals**. v. 8, p. 1089–1094, 2014.
- TAN, C. Q. et al., Effects of soluble fiber inclusion in gestation diets with varying fermentation characteristics on lactational feed intake of sows over two successive parities. **Animal**. 2017.
- THEIL, K. P.; FAMER, C.; FEYERA, T. Review: Physiology and nutrition of late gestating and transition sows. **Journal of Animal Science**. v. 100, n. 6, 2022.
- TIAN, M. et al. Dietary fiber and microbiota interaction regulates sow metabolism and reproductive performance. **Animal Nutrition Journal**. v. 6, p. 397-403, 2020.
- VEUM, T.L. et al. The addition of ground wheat straw as a fiber source in the gestation diet of sows and the effect on sow and litter performance for three successive parities. **J Anim Sci** v. 87, p. 1003-1012, 2009.
- WALSH M. C.; GERAERT, P. A; MAILLARD, R.; et al. The effect of a non-starch polysaccharide-hydrolysing enzyme (Rovabio (R) Excel) on feed intake and body condition of sows during lactation and on progeny growth performance. **Animal**. v.6, p.1627–1633, 2012.
- XIA, J.; CHEN, L.; HUANG, P.; et al. Effects of *Amaranthus hypochondriacus* supplementation during gestation and lactation on the apparent total tract digestibility of nutrients, lactational feed intake, and litter performance in sows. **Vet Med Sc**. p. 1-7. 2021.
- XU, C. et al. Inclusion of Soluble Fiber in the Gestation Diet Changes the Gut Microbiota, Affects Plasma Propionate and Odd-Chain Fatty Acids Levels, and Improves Insulin Sensitivity in Sows. **Int. J. Mol. Sci**. v.21, p. 1-14, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Em ciência animal, ocorre repetidos ensaios e testes experimentais. Com isso, crescem constantemente o volume de dados a ser considerado no processo de inferência por profissionais e pesquisadores. Por si só, é limitada a capacidade de generalizar os resultados de uma publicação isolada, transpondo a outros cenários, podendo influenciar a análise, na interpretação e até conclusões. Com isso, a revisão sistemática e meta-análise concentra em uma só publicação resultados de várias outras com um nível de predição aceitável e, assim, definir o atual status do conhecimento.

O método de determinar a fibra da dieta por detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) foi em nosso estudo empregado por ser considerado de menor custo, mais fácil e rotineiro, especialmente por ter larga aplicabilidade na nutrição de ruminantes. Além disso, é ainda o método mais frequente nas tabelas de composição nutricional das dietas presente nos artigos em nossa meta-análise.

Buscamos com esta tese identificar padrões de incorporação de fibras em dietas de gestação a partir do levantamento de artigos com base em teores médios de FDN e FDA. Pesquisas realizadas com diversas fontes de fibras apresentam inconsistências entre estudos individuais, especialmente quanto aos níveis de incorporação nas dietas. Porém, a meta-análise demonstrou que altos teores de fibra alimentares, considerando um nível médio de 25,8% de FDN e 14,01% de FDA, foi eficiente no aumento de gordura no colostro, contribuiu na redução da duração do parto e diminuição no número de natimorto, assim como aumentou a quantidade de leitões desmamados e não afetou o desempenho das porcas de modo geral.

Nossa meta-análise possibilitou uma estimativa de taxa de incorporação da fibra dietética a partir do efeito de tratamento, dos dados de desempenho produtivos sistematizados de diferentes publicações científicas, quando porcas receberam dietas ricas em fibras. Esse achado reforça o papel da fibra como ingrediente de importante propriedades na alimentação de porcas gestantes, servindo de fundamentação teórica para experimentações a campo em trabalhos futuros e/ou na tomada de decisão de formulações de dietas em granjas.