

Fibra en la nutrición de cerdos:

Una revisión descriptiva

Harold Humberto Monroy Vásquez

Universidad Cooperativa de Colombia

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ibagué – Tolima

2021



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Fibra en la nutrición de cerdos:

Una revisión descriptiva

Trabajo de grado para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista

Modalidad Revisión Sistemática de Literatura

Harold Humberto Monroy Vásquez

Código 387141

María del Rocío Pérez Rubio

Asesora

Universidad Cooperativa de Colombia

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Ibagué – Tolima

2021



Tabla de contenido

Resumen.....	8
1. Introducción.....	10
2. Tema de investigación.....	12
3. Objetivos.....	13
3.1. Objetivo general.....	13
3.2. Objetivos específicos.....	13
4. Justificación.....	14
5. Metodología.....	15
6. Marco de referencia.....	16
6.1. Fibra y Digestión.....	16
7. Resultados.....	¡Error! Marcador no definido.
7.1. Respuesta Productiva.....	21
7.2. Salud Intestinal.....	25
8. Discusión y Conclusión.....	29
Referencias bibliográficas.....	31



Lista de Tablas

Tabla 1: Clasificación de carbohidratos de acuerdo con el tamaño molecular	17
---	----



Lista de figuras

Figura 1: Carbohidratos vegetales	16
Figura 2: Fibra dietética	18



Dedicatoria

A mis padres, por ser apoyo incondicional y fuente de inspiración durante esta etapa de mi vida, brindando consejos y conocimientos claves en mi formación personal y profesional.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Agradecimientos

Quiero dar agradecimientos en especial a mis padres, quienes fueron los que me impulsaron en cada paso que di, durante mi etapa de formación,

A la profesora María del Rocio Pérez Rubio, por sus consejos y conocimientos dados en cada uno de los momentos que los necesite.



Resumen

La fibra, corresponde a un compuesto químico poco comprendido, implementado de manera generaliza en el área de la nutrición animal y definida de acuerdo con la metodología por la cual se aborda su estudio, percibiéndose los carbohidratos estructurales de los vegetales dentro de esta fracción. Durante muchos años, la fibra se ha considerado un factor negativo en las dietas para la alimentación de la especie porcina con porcentajes de inclusión considerablemente altos, determinándose los factores intrínsecos de estos compuestos causantes de la baja productividad de los animales e impacto negativo sobre la digestibilidad, la solubilidad y viscosidad; sin embargo, en la actualidad se torna una alternativa para la mitigación del uso de antibióticos promotores de crecimiento en la industria animal, permitiendo modular el ambiente del tracto gastrointestinal, mejorando el rendimiento de los animales y reduciendo la incidencia de enfermedades gastrointestinales de los cerdos, e incluso son un herramienta para promover el bienestar animal de esta especie. La presente revisión se centra en los efectos de la fibra en general sobre el rendimiento productivo de los animales y el efecto de este compuesto sobre la salud intestinal; de igual forma se contempla la fibra dietaria, y se contrastara con respecto al concepto de la fibra como tal o fibra cruda, definición que se acuña de manera generalizada en la nutrición de animales monogástricos.

Palabras clave: Fibra, microbioma, ácidos grasos volátiles, rendimiento productivo, salud intestinal.



Abstract

Fiber is a poorly understood chemical compound, which is generally implemented in animal nutrition and whose definition is considered in relation to the methodology of the study approach, and within this fraction we recognize the structural carbohydrates of vegetables. For many years, fiber has been considered a negative factor in pig diets with considerably high inclusion percentages. Attributing to the intrinsic factors of these compounds as the cause of the low productivity of the animals and having a negative effect on digestibility, solubility and viscosity; However, it is currently considered an alternative to reduce the use of growth-promoting antibiotics in the animal industry, managing to modulate the environment of the gastrointestinal tract, improving the performance of animals and reducing gastrointestinal diseases in pigs, and even they are a tool to promote animal welfare in this species. This review focuses on the study of the effects of fiber on the productive performance of animals and its effect on intestinal health. In the same way, dietary fiber is contemplated and it will be contrasted with the concept of crude fiber, a definition that is widely attributed in the nutrition of monogastric animals.

Keywords: Fiber, microbiome, volatile fatty acids, productive performance, gut health.



1. Introducción

La fibra corresponde a un compuesto químico no específico, definido de acuerdo con el método por el cual se analiza, al cual se le han atribuido una serie de ventajas y desventajas, producto de la sucesión de compuestos complejos que intervienen negativamente sobre la digestibilidad de los nutrientes y el contenido energético de la dieta (1) (2). Los niveles inadecuados de este compuesto conllevan a efectos adversos sobre la productividad de los animales (3); sin embargo, pese a sus efectos desfavorables en la alimentación de animales monogástricos, esta fracción contribuye con sus propiedades a los procesos de absorción del tracto gastrointestinal y al ambiente benéficamente, permitiendo una mejora sobre la salud intestinal de los animales (1), beneficios, que van más allá del suministro de energía por la producción de ácidos grasos volátiles de cadena corta procedentes de la fermentación ocurrida en el tracto gastrointestinal posterior (4). De acuerdo con Kritchevsky, citado por García et al. (5), se define a la fibra cruda como aquellas sustancias orgánicas no nitrogenadas las cuales no son degradadas tras hidrólisis sucesivas, y cuyos principales componentes son la celulosa, hemicelulosa y lignina. Por otro lado, para la fibra dietaria se contemplan definiciones más amplias y diversas, caracterizando de una forma más completa los compuestos que la constituyen. De acuerdo con Jha et al. (4), algunas de estas definiciones contemplan primero, diferentes componentes no digeribles que hacen parte de la pared celular vegetal, la segunda incluye compuestos con efectos fisiológicos y finalmente aquellos carbohidratos no digeribles por enzimas animales endógenas; en sí podemos decir que la fibra como tal comprende aquellos compuestos vegetales no degradables por las enzimas endógenas, y los cuales presentan efectos benéficos para la salud de los animales, es decir, fibra dietaria. El objetivo de la presente revisión es identificar la contribución de estos compuestos en el rendimiento de los cerdos, y



determinar mediante recopilación de información los efectos que presenta sobre la salud intestinal.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

2. Tema de investigación

La presente monografía está centrada en la recopilación de información sobre las consecuencias de la implementación de la fibra en la nutrición porcina, identificando su efecto sobre la respuesta productiva de los animales y su contribución a la salud intestinal. Para ello, se efectuó el análisis de artículos consignados en bases de datos (Scopus y Google Scholar) centrándose en los dos temas o enfoque de análisis planteados (respuesta productiva y salud intestinal).



3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Establecer la importancia de la Fibra en la nutrición de cerdos y el beneficio de su uso en el desempeño y salud intestinal de los porcinos.

3.2. Objetivos específicos

- Analizar el efecto de la fibra sobre el rendimiento productivo de los cerdos
- Analizar el efecto de la fibra y sus mecanismos sobre la salud intestinal en cerdos.



4. Justificación

La porcicultura ha sido durante muchos años, uno de los sistemas productivos de mayor crecimiento a nivel nacional e internacional, sin embargo, con este crecimiento han ocurrido una serie de dificultades como el aumento de los costos productivos, principalmente por el rubro de la alimentación, el cual mantiene una tendencia al alza (6), (7). Debido a ello, múltiples enfoques se han desarrollado con el fin de alcanzar una disminución de los costes productivos.

Una de las alternativas para la mitigación del impacto de los costos en la alimentación, es la implementación de subproductos de cosecha, los cuales son generalmente de carácter fibroso requiriendo de una caracterización minuciosa de cada una de estas posibles fuentes de alimento (8). Sin embargo, gran variedad de estudios ha demostrado resultados diversos, siendo en algunos casos resultados que implican pocos beneficios en la salud de los animales (9), (10).

No obstante, son bastos los recursos fibrosos que presentan potencial para ser implementados en la alimentación de los cerdos (11) y como se comentó previamente, es necesario comprender y caracterizar íntimamente cada uno de estos recursos. Por lo tanto, es necesario identificar la composición de la fibra y como contribuyen sus propiedades a la salud de los animales, de igual forma entender los posibles mecanismos por los cuales la fibra contribuye a la salud intestinal de los cerdos.



5. Metodología

Se realizó un análisis de artículos que basaron su estudio en la respuesta productiva de los animales y su contribución a la salud intestinal. Para ello se efectuó una búsqueda en la base de datos Scopus y Google Scholar con los caracteres de búsqueda, fibra en la nutrición de cerdos en el idioma inglés y español, recopilando únicamente aquellos artículos cuyo desarrollo y enfoque incluían los efectos de este compuesto presenta sobre el rendimiento productivo de los animales y su contribución sobre la salud intestinal, enfoque y objetivo de la revisión no limitando a un rango de tiempo en la búsqueda de información.

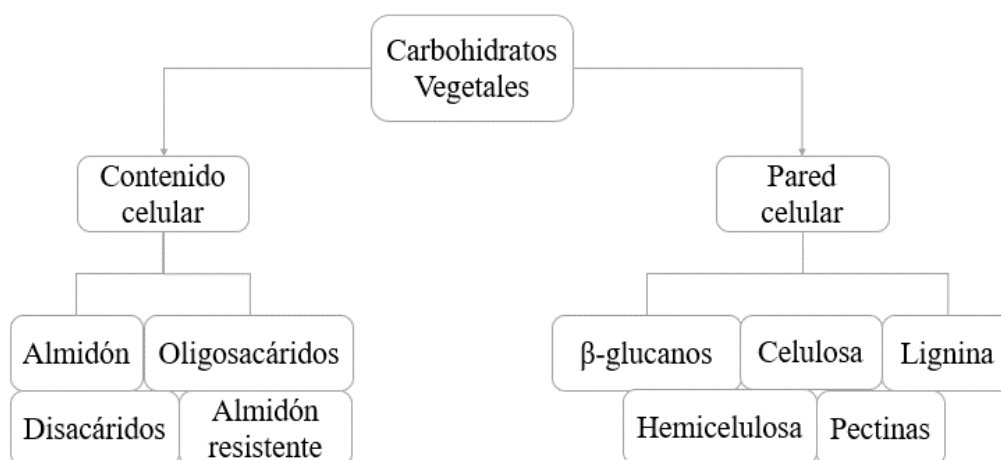


6. Marco de referencia

6.1. Fibra y Digestión

Como tal, los carbohidratos corresponden al principal componente de los ingredientes para la nutrición de los cerdos, los cuales en su mayoría son de origen vegetal; siendo la fibra y/o la fibra dietética un componente con gran interés de estudio en la actualidad (12). En el componente fibra se determinan dos grandes grupos bien definidos de carbohidratos, los carbohidratos amiláceos y los carbohidratos o polisacáridos no amiláceos (PNA), incluidos en una clasificación mayor, los oligosacáridos y los polisacáridos (2), (ver tabla 1). Los polisacáridos no amiláceos junto con la lignina se consideran o se engloban dentro de la fibra dietaria; por otro lado, el almidón, perteneciente a los polisacáridos y en forma de almidón resistente presenta efectos fisiológicos similares a los de la fibra dietaria, no estando incluidos dentro de la fibra dietaria, siendo polisacáridos de reserva y no estructurales (2).

Figura 1: Carbohidratos Vegetales



Fuente: Propia



Como se comentó previamente, en el estudio o caracterización de la fibra y su aplicación en la nutrición animal se distinguen dos grandes definiciones. La primera es la fibra cruda, la cual se refiere a la materia orgánica resultante del proceso de extracción ácida y alcalina, constituida principalmente por la lignina, una gran proporción de celulosa y una cantidad variable de otros polisacáridos insolubles. Por otro lado, se encuentra la fibra dietaria, que en nutrición animal se considera como la suma de polisacáridos no amiláceos y lignina (13) (ver figura 2), y a la que se le atribuyen gran variedad de carbohidratos con propiedades relacionadas a respuestas fisiológicas benéficas (12).

En el proceso de digestión, los carbohidratos vegetales varían en su digestibilidad y contribución energética, siendo los monosacáridos, disacáridos y en el caso del almidón, un polisacárido, los de mayor digestibilidad al ser hidrolizados en el intestino delgado (14); por otro lado, los carbohidratos que no son hidrolizados por el sistema endógeno enzimático comprenden la denominada fibra dietética (15).

Tabla 1: Clasificación de carbohidratos de acuerdo con el tamaño molecular

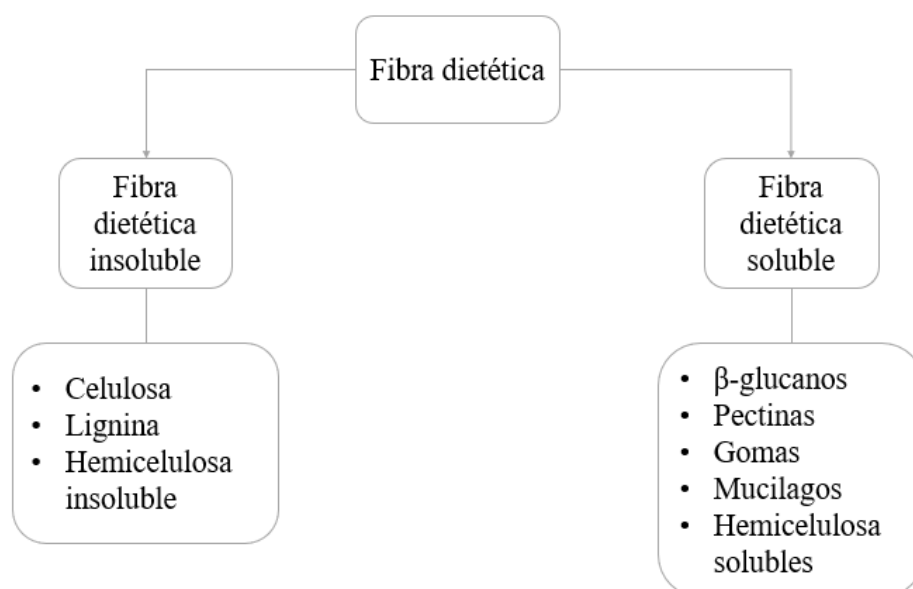
Clasificación de acuerdo con el tamaño molecular		
Ítem	Compuesto	Sub clasificación
Monosacáridos	Glucosa	
	Manosa	Hexosas
	Fructosa	
	Xilosa	Pentosas
	Arabinosa	
Disacáridos	Maltosa	
	Sacarosa	
Oligosacáridos	Rafinosa	
	Estaquiosa	
Polisacáridos	Amilosa	Polisacáridos Amiláceos
	Amilopectina	
	Celulosa	
	Arabinoxilanos	Polisacáridos no Amiláceos
	Glucomanos	

Fuente: Adaptado de Navarro et al., (14)



En la especie porcina, la fibra se caracteriza por no ser digerida por el sistema enzimático endógeno. Sin embargo durante el paso por el tracto gastrointestinal este compuesto es fermentado por bacterias (16), principalmente en el intestino grueso, conllevando a la obtención de hasta un 30% de la energía de mantenimiento a partir de los ácidos grasos volátiles, producto de la fermentación (16), (17) y además, de los ácidos grasos volátiles de cadena corta (acetato, propionato y butirato), los cuales varían en su producción de acuerdo a la fuente de fibra en la dieta (18).

Figura 2: Fibra dietética



Fuente: Savon (8).

En el proceso de fermentación, el microbioma intestinal del tracto gastrointestinal posterior juega un papel clave en el proceso de obtención de energía (16) y debido a su rol en este proceso, toma relevancia en la actualidad; adicionalmente, algunos estudios incluso han permitido identificar que la hora del día influye en el proceso de fermentación (12), debido a que el ritmo circadiano afecta el comportamiento de consumo de alimento, así como el funcionamiento del microbioma y aprovechamiento de nutrientes (19).



Sin embargo, pese a los numerosos beneficios de la fibra sobre el rendimiento productivo y la salud intestinal, las fuentes fibrosas, generalmente los subproductos fibrosos y sus propiedades fisicoquímicas pueden desencadenar efectos perjudiciales en los animales, como lo son la disminución de la digestibilidad de nutrientes y pérdida endógena de nutrientes, afectando el rendimiento y crecimiento de los cerdos, no obstante, es necesario identificar los efectos de la fuente de fibra, el tipo fibra, y el nivel de inclusión sobre la salud intestinal y el efecto en el rendimiento productivo de los animales (20).

En consecuencia, es necesario identificar y caracterizar las fuentes y tipo de fibra, por ejemplo, carbohidratos con propiedades de alta viscosidad disminuyen la digestibilidad de los nutrientes (21) y fibras o carbohidratos de tipo insoluble conducen a un menor tiempo de retención de la digesta en el tracto gastrointestinal, acarreando beneficios para el microbioma, reduciendo la adhesión de bacterias patógenas a la mucosa (22), demostrando ello la necesidad de comprensión de la fibra, entendiendo las propiedades fisicoquímicas en particular de cada fuente de fibra; incluso es benéfico identificar la capacidad de fermentación de cada fuente fibrosa asociada a la composición de sus carbohidratos, permitiendo predecir la producción de ácidos grasos volátiles y por ende su contribución energética, siendo ello una herramienta para incluir de manera eficaz los ingredientes fibrosos en las dietas para cerdos (23).

El microbioma o la microbiota, como se comentó previamente, juega un papel importante en el proceso de dar provecho a los recursos fibrosos en la nutrición de los cerdos, siendo un actor importante en la salud intestinal y con un rol primordial en las funciones fisiológicas en general del cerdo (24). En dicho proceso, la microflora de los cerdos, requiere un tiempo de adaptación para poder obtener beneficios con respecto a la salud intestinal proveniente de la inclusión de fuentes de fibra en la alimentación (25), y en donde algunos autores han comprendido que la fibra modifica la composición microbiana



y el tiempo de adaptación a esta varía de acuerdo con el tipo de fibra implementada (26). Por otro lado, es tan basta la relación del microbioma, la fibra y el desarrollo de enfermedades entéricas, que se comprende este sustrato como medida para la protección de ciertas enfermedades entéricas por su influencia en la fisiología intestinal, siendo de gran valor de manejo en al proceso de destete de los lechones (27), sin embargo, es poco conocido los efectos en la alimentación de animales de mayor edad con respecto a la influencia en enfermedades entéricas (28).

Finalmente, más allá de los beneficios de la fibra en el sistema gastrointestinal, a la fibra se le atribuyen beneficios o efectos en el sistema reproductivo. Algunos autores tras una evaluación identificaron que la fibra permite una mejora sobre la calidad del ovocito, mejorando su viabilidad, conduciendo a una mayor tasa de sobrevivencia durante la gestación (29), y en particular otros autores han manifestado que un posible efecto de la fibra es que conduce a alteraciones del estradiol y la hormona luteinizante, permitiendo una mayor tasa de maduración de los ovocitos (30).



7. Reportes del efecto de la fibra en la respuesta productiva y la salud intestinal en cerdos

7.1. Respuesta Productiva

En la producción animal la eficiencia alimenticia y la respuesta o rendimiento productivo, son factores clave para evaluar el efecto de los componentes alimenticios sobre los animales y su fisiología, siendo más aun trascendental el análisis de estos factores en dietas que suministran ingredientes fibrosos en la ración. Incluso, en la actualidad se estudia la respuesta productiva relacionada con el suministro de fuentes de fibra y desafíos sanitarios, ya sea por patógenos o malas condiciones de alojamiento, demostrando ser la fibra un factor benéfico para el sistema gastrointestinal de los cerdos (31).

Se ha evidenciado una mejora sobre la respuesta en el crecimiento de cerdos alimentados con dietas que contienen fibra de alta fermentación, cuando fueron sometidos a un desafío sanitario con *Brachyspira hyodysenteria*, manifestando una mayor ganancia de peso diaria y mayor peso a los 42 días post infección con 11 kg más respecto al tratamiento 2 (10% granos secos de destilería con solubles (DDGS), 5% pulpa de remolacha (BP), 5% almidón resistente (RS)), y 21,4 kg más que el tratamiento 1 (20% granos secos de destilería con solubles (DDGS), 0% pulpa de remolacha (BP) almidón resistente (RS)); así como una eficiencia alimenticia superior, conduciendo a una tasa de crecimiento mejor para el tratamiento con fibra de alta fermentación (32). Hees et al. (33), evaluaron el efecto de suministrar arabinosilano, celulosa purificada y la interacción de ambas fuentes de fibra dietaria en la ración de lechones con el objetivo de identificar los cambios morfofisiológicos del tracto gastrointestinal, manifestando que el suministro de celulosa en cerdos condujo a un aumento de la longitud y peso del intestino grueso.

Recientemente, un estudio evaluó el efecto de fuentes suplementarias de fibra en dietas para cerdas gestantes (harina de alfalfa, pulpa de remolacha y cascara de soya),



manifestando que la harina de alfalfa suplementada en una etapa determinada de la gestación permitió en la descendencia una menor incidencia de anomalías en el desarrollo conduciendo de igual forma a un mejor crecimiento de los lechones y peso al destete (34).

Por otro lado, en lechones la suplementación de pectina (0,2%), como fibra soluble fermentable en el periodo post parto (2 días de vida), incluida en la dieta de lacto remplazo condujo a una mejora en la salud de los animales y rendimiento de los cerdos, manifestándose con una ganancia de peso superior y caracterizada con una mejor digestibilidad (35).

Por otro lado, en animales de remplazo, un buen desarrollo del tracto gastrointestinal, así como de la condición corporal son factores importantes para la buena productividad a futuro. Priester et al. (36), manifestaron que la implementación de dietas altas en fibra durante el desarrollo de animales de remplazo permitió un mejor desarrollo del tracto gastrointestinal, aunque ello no conllevó en sí a una mejora significativa de la ganancia de peso y rendimiento durante dicho proceso. Por otro lado, los autores indican una diferencia significativa en el periodo post gestación, en donde cerdas alimentadas con dietas fibrosas obtuvieron un mayor número de cerdos, un mayor peso de la camada al nacer, tendencia a llevar a término el parto en un periodo de tiempo más corto y un peso al destete de la camada significativamente mayor.

Con respecto a la implementación de ingredientes alternativos, los denominados subproductos de cosecha de carácter fibroso en la alimentación de cerdos, estos son de estudio intenso y continuo, los cuales trabajan con el objetivo de disminuir los costos de producción, sin embargo, la respuesta productiva es variable y poco predecible variando de acuerdo con el tipo de subproducto. Como resultado de esto se hace necesario comprender



y estandarizar la materia prima alternativa en cuestión, estimando así el valor nutritivo (8), permitiendo obtener dietas o raciones mucho más precisas (14).

Gonzales et al. (37), identificaron que la inclusión de niveles en aumento de fuentes vegetales (forraje de *Medicago sativa* y *Cichorium intibus*) en la ración en etapa de recría (40-60 kg de peso vivo), hasta terminación (80-100 kg de peso vivo) condujeron a una respuesta productiva similar a la obtenida en el grupo control, alimentados con una dieta balanceada. Sin embargo, este modelo condujo a un incremento del peso del tracto gastrointestinal disminuyendo el rendimiento de carcasa. Por otro lado, los autores manifiestan que la inclusión mayor de forraje no conducía a efectos adversos del espesor de la grasa subcutánea, ni el perfil lipídico de la grasa intramuscular; permitiendo distinguir estos resultados de fuentes alternativas prometedores para la alimentación de cerdos.

Por otro lado, López et al. (38), indican para el consumo de forrajes, en este caso estudio sobre leguminosas, es necesario la implementación de un manejo adecuado de estas fuentes de alimento alternativo para suministrarlo a los animales (tratamiento térmico, cantidad indicada de acuerdo a la edad), permitiendo incluso con este manejo lograr una digestibilidad del follaje de leguminosas un 50% superior al obtenido con fuentes proteicas convencionales.

Gómez et al. (39), estudiaron la implementación de torta de palmiste (0, 10 y 20% de inclusión) como sustituto energético en la dieta, evaluando la respuesta en cerdos de 55 kg en promedio durante 60 días. Para esto, los autores evaluaron la ganancia de peso, conversión alimenticia, consumo de alimento y rendimiento en canal. Tras los 60 días de estudio los animales de los grupos de estudio no manifestaron diferencias significativas en cuanto la ganancia de peso versus el grupo control, con similares resultados observados en la conversión alimenticia y el consumo de alimento. En conclusión, teniendo en cuenta los



análisis de costos y rendimiento en canal, los autores manifiestan que niveles de inclusión inferiores al 20% permiten un mayor costo beneficio con respecto al tratamiento control.

De igual forma, Benitez et al. (40), indican que el suministro de cascara de naranja presenta potencial para ser suministrado en dietas para cerdos. En esta ocasión, los autores implementan cascara de naranja ensilada suministrándola en diferentes porcentajes de inclusión (0, 10, 20, 30 y 40%), los cuales tras un análisis de digestibilidad indican que el suministro del 20% de ensilaje de cascara de naranja permite una disminución considerable de los costos sin afectar los coeficientes de digestibilidad; y por lo tanto la eficiencia productiva de los animales. De igual forma *Artiles-Ortega et al.* (41), identificaron que la implementación de forrajes frescos y ensilados (*Vigna unguiculata*, *Lablab purpureus*, *Cajanus cajan*) permitían un aumento de peso paulatino en cerdos a medida que se adaptaban al consumo de alimentos fibrosos, conduciendo a su vez adaptación del sistema gastrointestinal y de su microbioma.

Romero et al. (42), evaluaron la inclusión de afrecho de yuca (10, 20 y 30%) sobre el rendimiento productivo en cerdos alimentados durante un periodo de 111 días. Los autores manifiestan que la inclusión de esta materia prima fibrosa, como materia prima energética alternativa no condujo a una diferencia significativa en cuanto al peso, conversión alimenticia y consumo de alimento con respecto al grupo control. De igual forma, el tratamiento con inclusión de 30% de afrecho, condujo al menor costo por kilogramo de peso obtenido, sin afectar ningún parámetro productivo.

Finalmente, Leivas (43), concluyó en su trabajo de investigación que cerdos alimentados con alfalfa y achicoria durante tres periodos presentaban una diferencia significativa en el peso final, siendo marcada esta diferencia para el tratamiento con alfalfa (inferior). Por otro lado, el autor determino que niveles de inclusión del 20 y 30% de achicoria y alfalfa no



conducen a efectos adversos sobre el consumo diario, no siendo este un factor restrictivo para su aplicación, sin embargo, la suplementación con achicoria manifestó una menor digestibilidad de la proteína cruda.

7.2. Salud Intestinal

El estudio del efecto de la fibra y la comprensión de los posibles mecanismos sobre la salud animal es un tema de interés en la actualidad, el cual tiene como objeto reducir principalmente el uso de antimicrobianos promotores de crecimiento, manipulando las dietas y mejorando la salud intestinal del tracto gastrointestinal (32); e incluso se han estudiado mecanismos que determinan que la fibra beneficia a ello mediante la expresión de mediadores que permiten mantener la integridad de la barrera de la mucosa intestinal (2). Por otra parte, algunos autores concluyen que la fibra conduce a la supresión de la respuesta inflamatoria, una mejora de la morfología intestinal y funciones de barrera, y cambios de la fermentación microbiana (44).

Recientemente se describió que la inulina, un polímero de fructosa lineal con enlaces β perteneciente a la fibra dietética conducía a una respuesta sinérgica en cerdos en crecimiento, beneficiando a los animales (45). Como tal, los autores manifestaron que la suplementación de 0,5 % de inulina en la dieta durante 21 días en cerdos de 22,27 kg en promedio permitió primeramente un aumento significativo en la altura de las vellosidades del ciego, así como una disminución de células apoptóticas en el íleon y ciego, y disminución de la secreción de citocinas inflamatorias (IL-6 y FNT α) en la mucosa del íleon y ciego (45). Resultados similares han sido reportados por Liu et al. (34), quienes manifestaron que la IL-6, el FNT α y otro biomarcador evaluado para el análisis de la respuesta inflamatoria, se redujeron en cerdas suplementadas con harina de alfalfa en la dieta, efecto que se manifestó tanto en las cerdas como en su descendencia.



Sobre la estructura de la comunidad microbiana la suplementación con inulina, condujo a la disminución del filo *Proteobacterias* y a nivel de género condujo al aumento significativo de la abundancia de *Lactobacillus*, disminuyendo a su vez la abundancia de *Actinobacillus* y *Enterobacteraceae* en íleon y ciego (45); otros autores destacan que este compuesto conduce a una reducción de *Echerichia coli* en el colon, a un nivel de inclusión de 2,5 g/kg, mejorando así las funciones de la barrera intestinal (44). Con respecto al aumento de la abundancia del filo *Bacteroidetes*, se han dividido resultados similares en otros trabajos con otras fuentes de fibra, acompañado del aumento del filo *Firmicutes* (33), (45).

Ante desafíos sanitarios, la fibra ha demostrado de igual forma ser un mecanismo o herramienta que permitirá disminuir la incidencia o la gravedad de cuadros clínicos patológicos. Helm et al. (32) evaluaron el efecto de la fibra de alta y baja fermentación sobre el desafío sanitario contra *Brachyspira hyodysenteriae* en 39 cerdos distribuidos en tres tratamientos dietéticos, el primero constaba de 20% de granos secos de destilería de maíz con solubles, 0% de pulpa de remolacha y 0% de almidón resistente, dieta de baja fermentación; el segundo tratamiento estaba comprendido por 10% de granos secos de destilería de maíz con solubles, 5% de pulpa de remolacha, 5% de almidón resistente, dieta de fermentación media; el último tratamiento constaba de 0% de granos secos de destilería de maíz con solubles, 10% de pulpa de remolacha y 10% de almidón resistente, como dieta de alta fermentación (32).

En conclusión, los autores manifestaron que la dieta de alta fermentación permitió además de una mejora en el rendimiento del crecimiento de los animales, un estado de casi ausencia en la manifestación de cuadro clínico de disentería por *Brachyspira hyodysenteriae*, siendo el 85% de los cerdos de la dieta uno, los de mayor desarrollo del cuadro clínico versus un 15% de los cerdos de la dieta tres, de alta fermentación (32).



Otros autores han estudiado el efecto o la relación de la inclusión de una fuente de fibra fermentable en lechones y las condiciones sanitarias, como parte del análisis del desafío sanitario que ocurre en la vida de los lechones tras el cambio de la dieta y la serie de desafíos de manejo que ocurren en el proceso de destete. Montagne et al. (31), establecieron un modelo para analizar la interacción de estos dos factores en el proceso de destete; para ello evaluaron dos dietas, alta y baja en fibra fermentable en dos fases con su respectivo control (16,9 y 21,7% de fibra dietaria), junto con el manejo de buenas o malas condiciones sanitarias, siendo las malas condiciones la no limpieza y desinfección tras la salida del lote anterior. En conclusión, los autores manifiestan que la interacción de estos dos factores condujo a resultados favorables hablando desde el punto de vista de la comunidad microbiana de los lechones, cuando se desarrollaron en condiciones sanitarias desfavorables, siendo ello beneficiosos para el equilibrio del sistema digestivo, (proliferación de *Lactobacillus*), sin embargo, el rendimiento animal se redujo en comparación a las buenas condiciones de limpieza (31).

Existen otros modelos propuestos de aplicación de la fibra para el control de patógenos; este compuesto puede ser implementado asociado o no a otras moléculas para el control de patógenos. El óxido de zinc es un antimicrobiano con efectos adversos sobre el medio ambiente, recientemente la encapsulación permitió mitigar estos efectos, y considerándose la fibra un factor que permita obtener un efecto sinérgico para la degradación de su capsula (46). Sin embargo, los resultados de esta hipótesis son inconclusos, en donde algunos autores manifiestan que la implementación de zinc encapsulado con fibra dietaria no disminuyó la incidencia de diarrea en cerdos desafiados con *E. coli* K88⁺, y no permitió un mejor rendimiento de los cerdos (46).

Por otro lado, otro de los enfoques para implementar la fibra en beneficio de la salud intestinal, es el suministro durante la gestación para beneficio de la camada. Algunos



autores han manifestado que la ingesta de fibra durante la gestación conduce a una posible mejora del desarrollo intestinal en los lechones, tornándose un nuevo enfoque de estudio. He et al. (47) Manifestaron que una dieta alta en fibra en contraposición de una dieta baja en fibra en cerdas gestantes condujo a un aumento considerable de la profundidad de las criptas en el íleon en lechones recién nacidos; de igual forma se evidencio que este factor permitió niveles de acetato e isobutirato mayores en el contenido intestinal de colon en los lechones, resultados que estarían correlacionados con un mejor desarrollo intestinal de la descendencia.

Finalmente, Li et al (48), indican que la suplementación con fibra en cerdas gestantes, permite una mejora de la capacidad antioxidante de la descendencia, así como niveles más bajos de factores proinflamatorios, ello relacionado a una modulación positiva del microbioma intestinal, concluyendo que el suministro de fibra durante la gestación juega un rol importante en la descendencia.



8. Discusión y Conclusión

Como se observa, la fibra comprende la fracción con capacidad de modular el microbioma intestinal de los animales, mejorando así la salud digestiva (49) y el rendimiento de los animales (32); no obstante, los posibles efectos benéficos o adversos varían de acuerdo con el tipo de fibra, debido a que su composición determina el grado de fermentación (49).

Como tal, la fibra o propiamente hablando, la fibra dietética, se deberá incluir en las dietas en niveles moderados, que permitan la expresión de sus efectos benéficos, sin causar en los animales trastornos, como disminución en el rendimiento productivo y perturbaciones fisiológicas. Particularmente en lechones, es recomendable incluir la fibra dietética con el objetivo de diluir la dieta y disminuir la acumulación de nutrientes no digeridos en el tracto gastrointestinal, que culminan en episodios de diarrea, además la inclusión de fibra restaura la capacidad enzimática del tejido de borde de cepillo (50), un enfoque de cierta manera profiláctico.

Por lo tanto, para poder entender sus efectos y optimizar el uso funcional de la fibra, es necesario conocer el impacto de la forma física, tipo y cantidad, sobre la salud digestiva (49), como efecto de cada uno de sus componentes y sus posibles factores antinutricionales.

En conclusión, la fibra determina casi que directamente el rendimiento productivo de los cerdos, dependiendo a su vez de la fuente y el tipo de fibra implementada en la nutrición de cerdos, así como su estado fisiológico; de igual forma es claro, que dietas con altos niveles de fibra insolubles conlleva a efectos adversos en los procesos fisiológicos que culminan en una menor productividad de los animales. Por otro lado, los múltiples mecanismos por los cuales la fibra contribuye a la salud intestinal son en cierto modo



sinérgicos, complementándose el uno con el otro, pudiéndose percibir como una respuesta en cadena. Primeramente, se destaca su mecanismo físico, que limita y mitiga la adhesión y proliferación de bacterias patógenas al tejido del tracto intestinal. Por otro lado, la modulación de la flora microbiana es un factor que permite en los cerdos un estado adecuado de funcionamiento, al permitir la proliferación de bacterias benéficas como los *Lactobacillus*; de igual forma, la producción de ácidos grasos volátiles es otro de los mecanismos con que la fibra beneficia tras su fermentación, siendo uno de sus principales mecanismos la disminución del pH. Finalmente, otro de los mecanismos, corresponde a la modulación de la respuesta inflamatoria local y sistémica de los animales, representado por la disminución de indicadores como la IL-6 y el FNT α .



Referencias bibliográficas

1. Bach K. Midwest Swine Nutrition Conference. En: Nutritional and Functional Properties Indianapolis, Indiana; 2014 p. 35-48.
2. Lindberg J. Fiber effects in nutrition and gut health in pigs. *J Anim Sci Biotechnol.* 2014; 5(1): p. 15-21.
3. Martínez-Aispuro J, Figueroa-Velasco J, Cordero-Mora J, Sánchez-Torres-Esqueda M, Martínez-Aispuro M. Dietas para cerdos en iniciación incluyendo salvado de trigo y adicionadas con xilanasas. *Ecosistemas recur. agropecuarios.* 2017; 4(10): p. 73-80.
4. Jha R, Berrocoso J. Review: Dietary fiber utilization and its effects on physiological functions and gut health of swine. *Animal.* 2015; 9(9): p. 1441.
5. Carcía O, Infante R, Rivera C. Hacia una definición de fibra alimentaria. *An. venez. nutr.* 2008; 21(1): p. 25-30.
6. Cardoso L. Custos de produção de suínos sobem 10,93% em julho. [Online].; 2020.. Disponible en: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/55034075/custos-de-producao-de-suinos-sobem-1093-em-julho>.
7. Palacio A. Evaluación de costos con tres diferentes planes de alimentación para cerdos en etapa de ceba en una granja de Donmatías (Antioquia). Tesis de Pregrado. 2016.
8. Savon L. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* 2002; 36(2): p. 91-102.
9. Savón L, Mora L, Dihigo L, Rodríguez V, Rodríguez Y, Scull I, et al. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. *Zootecnia Trop.* 2008; 26(3): p. 387-390.
10. Hurtado V, Rita N, Julien C. Rendimiento de cerdos alimentados con raciones conteniendo subproductos de arroz, durante la fase de crecimiento. *Revista MVZ Córdoba.* 2011; 16(1): p. 2372-2380.
11. Diario Oficial de la Unión Europea. REGLAMENTO (UE) 2017/1017 DE LA COMISIÓN de 15 de junio de 2017 por el que se modifica el Reglamento (UE) n.o 68/2013 relativo al Catálogo de materias primas para piensos. Diario Oficial de la Unión Europea. 2017.
12. Shurson G, Hung Y, Jang J, Urriola P. Measures Matter—Determining the True Nutri-Physiological Value of Feed Ingredients for Swine. *Animals.* 2021; 11(5): p. 1259.



13. Choct M. Feed non-starch polysaccharides for monogastric animals: classification and function. *Anim. Prod. Sci.* 2015; 55: p. 1360-1366.
14. Navarro D, Abelilla J, Stein H. Structures and characteristics of carbohydrates in diets fed to pigs: a review. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2019; 10(39).
15. Erik K, Knudsen B, Nygaard H, Jørgensen H. Carbohydrates and Carbohydrate Utilization in Swine. En Chiba L. *Sustainable Swine Nutrition.*: John Wiley & Sons, Inc.; 2012. p. 109-137.
16. Varel V, Yen J. Microbial perspective on fiber utilization by swine. *J. Anim. Sci.* 1997; 75(10): p. 2715–2722.
17. Jensen B, Jørgensen H. Effect of dietary fiber on microbial activity and microbial gas production in various regions of the gastrointestinal tract of pig. *Appl Environ Microbiol.* 1994; 60(6): p. 1897–1904.
18. Jha R, Leterme P. Feed ingredients differing in fermentable fibre and indigestible protein content affect fermentation metabolites and faecal nitrogen excretion in growing pigs. *Animal.* 2012; 6(4): p. 603-611.
19. Kaczmarek, J, Thompson S, Holscher H. Complex interactions of circadian rhythms, eating behaviors, and the gastrointestinal microbiota and their potential impact on health. *Nutr. Rev.* 2017; 75(9): p. 673–682.
20. Agyekum A, Nyachoti C. Nutritional and Metabolic Consequences of Feeding High-Fiber Diets to Swine: A Review. *Engineering.* 2017; 3(5): p. 716-725.
21. Hung Y, Zhu J, Shurson G, Saqui-Salces M, Urriola M. Influence of viscosity and fiber on nutrient digestibility and intestinal physiology in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 2020; 89(S3): p. 67–68.
22. Molist F, Oostrum M, Pérez J, Mateos G, Nyachoti C, van der Aar P. Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2014; 189: p. 1-10.
23. Zhao J, Bai Y, Zhang G, Liu L, Lai C. Relationship between Dietary Fiber Fermentation and Volatile Fatty Acids' Concentration in Growing Pigs. *Animals.* 2020; 10(2): p. 263.
24. Miranda R. Microbiota digestiva del cerdo: determinación del patrón en condiciones de salud y enfermedad León Ud, editor.: Tesis de Doctorado; 2018.
25. Castillo M, Martín-Orúe S, Anguita M, Pérez J, Gasa J. ADAPTACIÓN DE LA MICROBIOTA GASTROINTESTINAL DEL CERDO A. ITEA. 2005; 26: p. 449-451.
26. Roca M. Estudio del ecosistema bacteriano del tracto digestivo del cerdo mediante técnicas moleculares Barcelona UAd, editor.: Tesis doctoral; 2008.



27. Pluske J, Hopwood D, Hampson D. Sitio Argentino de Producción Animal. [Online].; 2003.. Disponible en: <https://www.etsiaab.upm.es/>.
28. van Hees H. Curso de especialización FEDNA. [Online].; 2012.. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/61-nutricion_en_crecimiento.pdf.
29. Jarrett S, Ashworth C. The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. *J Anim Sci Biotechnol*. 2018; 9(59).
30. Ferguson E, Slevin J, Hunter m, Edwards S, Ashworth C. Beneficial effects of a high fibre diet on oocyte maturity and embryo survival in gilts. *Reproduction*. 2007; 133(2): p. 433–439.
31. Montagne L, Arturo- Schaanb M, le Floc'ha N, Guerra L, le Galla M. Effect of sanitary conditions and dietary fibre on the adaptation of gut microbiota after weaning. *Livest. Sci*. 2010; 133(1-3): p. 113-116.
32. Helm E, Gabler N, Burrough E. Highly fermentable fiber alters fecal microbiota and mitigates swine dysentery induced by brachyspira hyodysenteriae. *Animals*. 2021; 11(2): p. 1-20.
33. van Hees H, David M, Maes D, Millet S, Possemiers S, den Hartog L, et al. Dietary fibre enrichment of supplemental feed modulates the development of the intestinal tract in suckling piglet. *J Anim Sci Biotechnol*. 2019; 10(83).
34. Liu B, Zhu X, Cui Y, Wang W, Liu H, Li Z, et al. Consumption of Dietary Fiber from Different Sources during Pregnancy Alters Sow Gut Microbiota and Improves Performance and Reduces Inflammation in Sows and Piglets. *mSystems* Jan. 2021; 6(1).
35. Fleming S, Richrads J, Bradley C, Pan X, Li Q, Dilger R. Dietary pectin at 0.2% in milk replacer did not inhibit growth, feed intake, or nutrient digestibility in a 3-week neonatal pig study. *Regul. Toxicol. Pharmacol*. 2020; 114: p. 104669.
36. Priester M, Visscher C, Fels M, Dusel G. Influence of dietary fiber on the development of the gastrointestinal tract and the performance of gilts. *Sustainability*. 2020; 12(12): p. 4961.
37. Gonzáles A, Figueroa V, Batista C, Casal A, Álvarez A, Saadoun A, et al. Inclusión de forrajes con distinta relación de fibra soluble e insoluble en la dieta de cerdos. *Arch. zootec*. 2020; 69(268): p. 424-43.
38. López J, Tapia L. El follaje de leguminosas como alimento para cerdos 2. Desarrollo del sistema digestivo, efecto de la fibra y respuesta biológica. *Ensaio e ci., Campo Grande*. 2005; 9(2): p. 325-335.



39. Gómez A, Benavides C, Diaz C. EVALUACIÓN DE TORTA DE PALMISTE (*Elaeis guineensis*) EN ALIMENTACIÓN DE CERDOS DE CEBA. Tesis de Maestría. 2007; 5(1): p. 54-63.
40. Benitez S, Poveda C. Evaluación nutricional de ensilajes con diferentes niveles de inclusión de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) y digestibilidad in vivo como alternativa energética para alimentación de cerdos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 2011; 4(1): p. 20-28.
41. Artiles-Ortega E, Van der Hoek R, Lima-Orozco R, Rodríguez-Arauz C, Sarría-Buenaventura P, Martens S. Efecto de la fibra sobre el crecimiento y los procesos gastroentéricos en cerdos en crecimiento. *Rev. Electron. de Vet*. 2013; 14(7): p. 1-9.
42. Romero R, Alcívar E, Alpizar J. Afrecho de yuca como sustituto parcial del maíz en la alimentación de cerdos de engorde. *La Técnica*. 2017;; p. 54-64.
43. Leivas R. EFECTOS DE LA INCLUSIÓN DE FORRAJE SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE DIETAS OFRECIDAS A CERDOS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE. Tesis de Pregrado. 2017;(Universidad de la Republica. Montevideo, Uruguay).
44. Wnag W, Chen D, Yu B, Huang Z, Mao X, Zheng P, et al. Effects of dietary inulin supplementation on growth performance, intestinal barrier integrity and microbial populations in weaned pigs. *Br J Nutr*. 2020; 124(3): p. 296-305.
45. He J, Xie H, Chen D, Yu B, Huang Z, Mao X, et al. Synergetic responses of intestinal microbiota and epithelium to dietary inulin supplementation in pigs. *Eur J Nutr*. 2021; 60(2): p. 715-727.
46. Dias C, Resende M, Mendoca L, Pospissil C, Batista L, Ferreira R, et al. Dietary fiber and zinc additives on performance and intestinal health of *Escherichia coli* challenged piglets. *Sci. agric*. 2020; 77(2): p. e20180199.
47. 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*. 2021; 13(111): p. 42.
48. Li Y, Liu H, Zhang L, Yang Y, Lin Y, Zhuo Y, et al. Maternal dietary fiber composition during gestation induces changes in offspring antioxidative capacity, inflammatory response, and gut microbiota in a sow model. *Int. J. Mol. Sci*. 2020; 21(1): p. 31-48.
49. Cerisuelo A, Calvet S. La alimentación en producción intensiva de animales. *ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar*. 2020; 116(5): p. 483-506.
50. Huting A, Middelkoop A, Guan X, Molist F. Using Nutritional Strategies to Shape the Gastro-Intestinal Tracts of Suckling and Weaned Piglets. *Animals*. 2021; 11(2): p. 1-37.

