



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica**

**Efecto de la fibra dietaria preparto sobre la respuesta conductual y fisiológica
en cerdas criollas**

Tesis

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autores

**Fiorela Marvelith Mori Ramirez
Brucelee Jatniel Gonzales Aranibar**

Asesor

Dr. Felix Esteban Ahirahuacho Bautista

Huacho – Perú

2023

EFFECTO DE LA FIBRA DIETARIA PREPARTO SOBRE LA RESPUESTA CONDUCTUAL Y FISIOLÓGICA EN CERDAS CRIOLLAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

14%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	vdocuments.mx Fuente de Internet	1%
5	repo.unlpam.edu.ar Fuente de Internet	1%
6	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1%
7	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SANCHEZ CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIAS, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNICA**

**EFFECTO DE LA FIBRA DIETARIA PREPARTO SOBRE
LA RESPUESTA CONDUCTUAL Y FISIOLÓGICA EN
CERDAS CRIOLLAS**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

**Dr. VELASQUEZ VERGARA
CARLOMANGNO RONALD
PRESIDENTE**

**Dr. VEGA VILCA JAIME FERNANDO
SECRETARIO**

**Ing. PUJADA ABAD HILARIO
NORBERTO
VOCAL**

**Dr. AIRAHUACHO BAUTISTA FELIX
ESTEBAN
ASESOR**

HUACHO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

*A Dios, por ser un guía para seguir adelante
por el camino del bien, bendiciéndonos en
nuestro día a día.*

*A nuestros padres, por enseñarnos a crecer y levantarse ante las caídas que
nos da la vida, y por apoyarnos siempre a cumplir nuestras metas.*

*A toda nuestra familia y amistades que siempre estuvieron
dándonos un aliento y apoyándonos en cumplir
nuestras metas y crecer como personas.*

INDICE

DEDICATORIA	3
INDICE	4
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
1. CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2.1 <i>Problema General</i>	13
1.2.2 <i>Problema específico 1</i>	13
1.2.3 <i>Problema específico 2</i>	14
1.2.4 <i>Problema específico 3</i>	14
1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.	14
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	14
1.3.2 <i>Objetivo específico 1</i>	14
1.3.3 <i>Objetivo específico 2</i>	14
1.3.4 <i>Objetivo específico 3</i>	14
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5 DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO	15
2. CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	16
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.	16
2.2 BASES TEÓRICAS.	18
2.2.1 <i>La fibra dietaria</i>	18
2.2.2 <i>Fisiología digestiva de los carbohidratos.</i>	20

2.2.3	<i>Propiedades funcionales de la fibra dietaria.</i>	24
2.2.4	<i>Efectos de la fibra dietaria en las cerdas gestantes.</i>	27
2.2.5	<i>Bienestar y comportamiento animal.</i>	28
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.	30
2.4	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.	31
2.4.1	<i>Hipótesis General.</i>	31
2.4.2	<i>Hipótesis Específicas.</i>	32
2.5	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.	33
3.	CAPITULO III: METODOLOGIA.	34
3.1	GESTIÓN DEL EXPERIMENTO.	34
3.1.1	<i>Ubicación.</i>	34
3.1.2	<i>Características del área experimental.</i>	34
3.1.3	<i>Tratamientos.</i>	35
3.1.4	<i>Diseño experimental.</i>	36
3.1.5	<i>Variables a evaluar.</i>	36
3.1.6	<i>Técnicas de recolección de datos.</i>	37
3.2	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.	39
4.	CAPITULO IV: RESULTADOS.	40
4.1	VARIABLES DE POSICIÓN.	40
4.2	VARIABLES DE COMPORTAMIENTO.	40
4.3	VARIABLES FISIOLÓGICAS.	41
5.	CAPITULO V: DISCUSIÓN.	44
5.1	VARIABLES DE POSICIÓN.	44
5.2	VARIABLES DE COMPORTAMIENTO.	44
5.3	VARIABLES FISIOLÓGICAS.	45
6.	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	48

6.1	CONCLUSIONES.	48
6.2	RECOMENDACIONES.	48
7.	CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
	ANEXOS.....	60
	ANEXO I. VARIABLES DE POSICIÓN.....	60
	ANEXO II. VARIABLES DE COMPORTAMIENTO.....	61
	ANEXO III. VARIABLES FISIOLÓGICAS.....	62
	ANEXO IV. INTERVALO DE NACIMIENTO Y DURACIÓN DE PARTO.....	63
	ANEXO V. EFECTO DEL SUMINISTRO DE DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DIETARIA EN CERDAS CRIOLLAS GESTANTES 10 DÍAS ANTES DEL PARTO, SOBRE LA VARIABLES DE POSICIÓN.....	65
	ANEXO VI. EFECTO DEL SUMINISTRO DE DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DIETARÍA EN CERDAS CRIOLLAS GESTANTES 10 DÍAS ANTES DEL PARTO, SOBRE LAS VARIABLES DE COMPORTAMIENTO.....	66
	ANEXO VII. EFECTO DEL SUMINISTRO DE DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DIETARIA EN CERDAS CRIOLLAS GESTANTES 10 DÍAS ANTES DEL PARTO, SOBRE VARIABLES FISIOLÓGICAS.....	67
	ANEXO VIII. EFECTO DEL SUMINISTRO DE DIFERENTES NIVELES DE FIBRA DIETARIA EN CERDAS CRIOLLAS GESTANTES 10 DÍAS ANTES DEL PARTO, SOBRE INTERVALO DE NACIMIENTO.....	68

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Descripción general de los carbohidratos y sus productos metabólicos finales Fuente: Adebawale et al., (2019).....	20
Figura 2 Mecanismos de acción de la fibra dietaria sobre el metabolismo de nutrientes.	25
Figura 3 Mecanismos de señalización del microbiota intestinal en la cerda. AGCC: Ácidos grasos de cadena corta, GPR: Receptores acoplados a proteínas G, HDAC: histona desacetilasa, ATP: adenosina trifosfato, GLP-1: péptido similar al glucagón 1.	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Efectos de diferentes fuentes de fibra dietaria en marranas gestantes.	19
Tabla 2 Operacionalización de las variables.	33
Tabla 3 Ingredientes y contenido nutricional de las dietas experimentales.	35
Tabla 4 Horario de medición de las variables etológicas, de comportamiento y fisiológicas en cerdas criollas alimentadas con tres niveles de fibra durante el parto. ...	37
Tabla 5 Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria sobre las variables de posición en cerdas criollas gestantes tres días antes y tres días siguientes después del parto. Los valores se expresan como mediana \pm IQR.	40
Tabla 6 Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria sobre las variables de comportamiento de cerdas criollas gestantes tres días antes y tres días siguientes después del parto. Los valores se expresan como mediana \pm IQR.	41
Tabla 7 Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria sobre las variables fisiológicas en cerdas criollas gestantes tres días antes y tres días siguientes después del parto. Los valores se expresan como mediana \pm IQR.	42
Tabla 8 Intervalo de nacimiento y duración del parto de cerdas criollas alimentadas con diferentes niveles de fibra dietaria durante los últimos 10 días antes del parto. Los valores están expresados como media \pm DE.	43

RESUMEN

Objetivo: Evaluar indicadores conductuales y fisiológicos de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra dietaria suministrada durante los últimos diez días antes del parto. **Metodología:** Se utilizaron nueve cerdas preñadas. El diseño experimental fue el completamente aleatorio con tres tratamientos representados por las dietas de 3, 6 y 10% de fibra cruda (FC) y tres replicas por tratamiento. Las variables de posición, comportamiento y respuestas fisiológicas fueron observadas mediante cámaras de vigilancia tres veces al día (9:00, 14:00 y 17:00 h) durante 15 minutos, tres días antes y tres días siguientes después del parto. Las variables de posición, comportamiento y fisiológicas fueron analizadas con Kruskal-Wallis y pos hoc de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner, mientras que las variables durante el parto fueron analizadas con el ANOVA y pos hoc de Tukey. **Resultados:** Las cerdas que consumieron 10% FC permanecieron menor tiempo de pie (33%), estuvieron mayor tiempo reclinadas lateralmente (50%, similar a las cerdas de 6% FC), mostraron mayor ausencia de estereotipos (50%) y pasaron el mayor tiempo durmiendo (20%, aunque similar a las cerdas de 3% FC). La temperatura de la pierna y la frecuencia respiratoria fue mayor en las cerdas de 10% FC (aunque similar al de las cerdas de 3% FC) y estaría influenciada por la mayor temperatura ambiental registrada. La FC dietaria no influyó sobre el intervalo de nacimientos, pero se observó tendencias de menor duración del parto en cerdas con 10% FC. **Conclusión:** El mayor consumo de 10% FC aumentó el tiempo de permanencia echada y durmiendo, disminuyó la presentación de estereotipos, y mostró tendencias de disminuir el tiempo de duración del parto conforme el nivel de fibra en la dieta se incrementa.

Palabras claves: Marranas, Estereotipos, variables de posición, fibra cruda, intervalo de nacimiento.

ABSTRACT

Objective: To evaluate behavioral and physiological indicators of pregnant Creole sows fed three levels of dietary fiber supplied during the last ten days before farrowing.

Methodology: Nine pregnant sows were used. The experimental design was completely randomized with three treatments represented by diets of 3, 6 and 10% crude fiber (CF) and three replicates per treatment. The variables of position, behavior and physiological responses were observed by surveillance cameras, three times a day (9:00, 14:00 and 17:00 h) for 15 minutes, three days before and three days after parturition. Position, behavioral and physiological variables were analyzed with Kruskal-Wallis and Dwass-Steel-Critchlow-Fligner post hoc, while variables during parturition were analyzed with ANOVA and Tukey's post hoc.

Results: Sows consuming 10% FC spent less time standing (33%), spent more time reclining laterally (50%, similar to 6% FC sows), showed greater absence of stereotypy (50%) and spent the most time sleeping (20%, although similar to 3% FC sows). The leg temperature and respiratory rate was higher in 10% FC sows (although similar to 3% FC sows) and would be influenced by the higher environmental temperature registered. The dietary FC did not influence farrowing interval, but trends of shorter farrowing duration were observed in 10% FC sows.

Conclusion: The higher 10% FC intake increased the time spent reclining and sleeping, decreased stereotypic presentation, and showed tendencies to decrease calving time as dietary fiber level increased.

Key words: Stereotypes, positions variables, crude fiber, birth interval.

INTRODUCCIÓN

El cerdo criollo es una alternativa para generar recursos económicos, sobre todo en las zonas altoandinas, debido a sus características de rusticidad y probable resistencia a enfermedades (Pujada et al., 2018). En el Perú, el cerdo criollo es el principal genotipo criado en condiciones de traspatio o extensivas, es decir, que provienen de unidades agropecuarias con piaras menores de 10 animales (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2012), y de poca utilización de tecnología. Estas unidades agropecuarias producen carne de cerdo basando la alimentación del animal con restos de cocina, subproductos agropecuarios o agroindustriales.

Un sistema de producción porcina exitoso depende del manejo reproductivo de las cerdas, ya que está directamente relacionada con la mayoría de los índices de productividad (Haas et al., 2017). Para mejorar el bienestar animal, así como disminuir las pérdidas de lechones por aplastamiento durante el parto, las cerdas gestantes son alojadas en corrales individuales. Sin embargo, este tipo de manejo y la alimentación restringida, que evita el sobrepeso, influiría negativamente durante el parto y su rendimiento durante la lactación (Agyekum & Nyachoti, 2017). Las cerdas gestantes próximas al parto están sometidas a cambios hormonales, morfológicos, fisiológicos y de comportamiento, representando la experiencia más estresante en las hembras (Martínez-Burnes et al., 2021).

Diferentes investigaciones fueron realizadas para disminuir el estrés en la cerda gestante, como la inclusión de diferentes niveles de fibra en la dieta (Jiang et al., 2019; Oelke et al., 2018). Los ingredientes fibrosos en las dietas de las cerdas gestantes reducirían la sensación de hambre y disminuirían la agresividad y estereotipadas asociadas a la restricción del alimento (Rijnen et al., 2003). La fibra dietaria es fermentada por los microorganismos intestinales que producen una variedad de metabolitos, como ácidos grasos de cadena corta (AGCC), especialmente acetato, propionato y butirato (Jarrett y Ashworth, 2018; Patil et al.,

2020). Se ha propuesto que los AGCC actúan como moléculas señalizadoras para regular diferentes actividades fisiológicas del huésped (Koh et al., 2016). Los AGCC desencadenarían señales del huésped inhibiendo la histona desacetilasa o activando receptores acoplados a proteína G, que se activan para regular la liberación del péptido 1 similar al glucagón y el neuropéptido y que conducen a la saciedad (Tian et al., 2020).

Las áreas técnicas, científicas, académicas y productivas vienen considerando al bienestar animal como uno de los desafíos cruciales en la porcicultura (Budiño et al., 2014). El consumidor actual muestra tendencias positivas a consumir productos animales que provengan de sistemas productivos que incluyen en su manejo el bienestar animal. Identificar y optimizar los sistemas de alojamiento y estrategias de gestión que mejoren el bienestar de la cerda gestante es esencial para sostener la porcicultura (DeDecker et al., 2014). Conociéndose que la digestibilidad de la fibra puede ser diferente en las diferentes razas de cerdas (Tian et al., 2020), la presente investigación evaluó la respuesta conductual y fisiológica de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra durante diez días antes del parto.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Alcanzar la eficiencia es el principal objetivo en la producción animal (Oelke et al., 2018). En la ganadería intensiva, el animal es criado en instalaciones de confinamiento durante toda su vida, muchas veces aislado de otros animales y en un espacio reducido, lo que ha provocado alteraciones drásticas en el comportamiento animal normal creando diferentes situaciones de estrés (Budiño et al., 2014). Sin embargo, en la actualidad, los consumidores están muy preocupados por el bienestar animal y pueden decidir sus preferencias en función de este aspecto (Oelke et al., 2018).

La alimentación restringida es una práctica común realizada en cerdas gestantes con la finalidad de evitar el aumento excesivo de peso corporal y afectar las funciones reproductivas (Agyekum & Nyachoti, 2017). La fibra ayuda a restringir el consumo en cerdas gestantes previniendo problemas de sobrealimentación, mejorando el confort intestinal, incrementando la sensación de saciedad y beneficiando el bienestar animal (De Blas et al., 2013). Numerosos estudios observaron que la fibra dietética redujo el comportamiento estereotípico y agresivo, pero aumentó el tiempo de descanso (Budiño et al., 2014, Sapkota et al., 2016).

Estudios recientes han medido respuestas conductuales de cerdas genéticamente mejoradas alimentadas con niveles variantes de fibra en la ración, y han reportado la disminución de estereotipos conductuales relacionados con el estrés de la marrana. La presente investigación plantea evaluar el efecto de tres niveles de fibra en la alimentación prenatal (10 días antes del parto) sobre la respuesta conductual y fisiológica de cerdos criollos gestantes, una especie aparentemente acostumbrada a consumir dietas ricas en fibra.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cerdas criollas alimentadas con raciones variables de fibra en la ración, durante la etapa preparto (104-114 días), difieren en su comportamiento y respuesta fisiológica?

1.2.2 Problema específico 1

¿Cerdas criollas alimentadas con raciones variables de fibra en la ración, durante la etapa preparto (104-114 días), difieren en la manifestación de los estereotipos (frecuencia de toma de agua, lamedura de piso, mordisqueo de barra metálica, masticado al vacío)?

1.2.3 Problema específico 2

¿Cerdas criollas alimentadas con raciones variables de fibra en la ración, durante la etapa preparto (104-114 días), difieren en sus respuestas fisiológicas (temperatura rectal, temperatura de la piel y frecuencia respiratoria)?

1.2.4 Problema específico 3

¿Cerdas criollas alimentadas con raciones variables de fibra en la ración, durante la etapa preparto (104-114 días), difieren sobre los indicadores fisiológicos al momento del parto (duración del parto, intervalo de lechones)?

1.3 Objetivo de la Investigación.

1.3.1 Objetivo General

Evaluar indicadores conductuales y fisiológicos de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra durante los últimos diez días antes del parto.

1.3.2 Objetivo específico 1

Evaluar variables de posición (decúbito dorsal, decúbito ventral, posición sentada, de pie) de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra durante los últimos diez días antes del parto.

1.3.3 Objetivo específico 2

Evaluar estereotipos (frecuencia de toma de agua, lamedura de piso, mordisqueo de barra metálica, masticado al vacío) de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra durante los últimos diez días antes del parto.

1.3.4 Objetivo específico 3

Evaluar respuestas fisiológicas (temperatura rectal, temperatura de la piel y

frecuencia respiratoria, duración del parto, intervalo de lechones) de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra durante los últimos diez días antes del parto.

1.4 Justificación de la investigación.

Justificación teórica: Esta investigación se realiza con el propósito de aportar conocimiento al sector porcicultor sobre el comportamiento de cerdas criollas con la inclusión de fibra en las dietas de marranas gestantes criollas al aumentar la saciedad y reducir los comportamientos anormales.

Justificación práctica: Esta investigación se realiza por la necesidad de mejorar la productividad y bienestar de cerdos criollos de nuestra región, adaptado a sistemas de alimentación de disponibilidad nutricional limitada, como resultado estarían acostumbrados a consumir alimentos con altos contenidos de fibra, por lo que es válido cuestionar si dietas con diferentes niveles de fibra en la última semana de gestación influirían en el comportamiento de marranas gestantes.

1.5 Delimitación del estudio.

El estudio pretende destinar los niveles de fibra adecuado en marranas gestantes criollas de propiedad del taller de cerdos Criollos de la Escuela Profesional de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación.

Jiang et al. (2019) evaluó los efectos de la fibra dietaria sobre el rendimiento reproductivo y el bienestar de las cerdas examinando los cambios causales y la asociación del microbiota intestinal y las hormonas esteroides, los principales reguladores de la función reproductiva. Para ello, utilizó 36 cerdas Meishan en un grupo de 2,5% de fibra cruda (FC) y un grupo de 7,5% de FC, respectivamente, durante un intervalo completo de parto. Comparado con el tratamiento con 2,5% de FC, las cerdas que consumieron dietas con 7,5% de FC aumentó significativamente el tamaño de la camada, redujo los comportamientos estereotipados que incluyen masticar simuladamente, rodar la lengua y lamer el suelo en la etapa de gestación tardía, y aumento del tiempo de reposo. Coincidiendo con esto, las cerdas que consumieron dietas con 7.5% FC aumentó la progesterona salival, el nivel de estradiol y progesterona fecal, el contenido de agua fecal y ácidos grasos de cadena corta. Además, sus resultados muestran que la dieta fibrosa puede regular la secreción de hormonas esteroides y modular el intestino con más bacterias probióticas y degradantes de celulosa, pero patógenos menos oportunistas, y esto puede contribuir a la mejora del rendimiento reproductivo y el bienestar de las cerdas.

Oelke et al. (2018) evaluaron el efecto de la variación en la cantidad de fibra dietaria total (FDT) en las dietas de cerdas, proporcionadas de 74 a 102 días de gestación, sobre las respuestas fisiológicas y de comportamiento de las cerdas. Se utilizaron 33 cerdas en un diseño experimental aleatorizado. Las cantidades de FDT en 3 dietas de tratamiento fueron 15.6%, 22.3% y 28.2%. Durante la gestación, el aumento de FDT influyó en las respuestas conductuales de las cerdas, lo que encontró que existe en una diferencia significativa en las estereotipias totales, lamer los canales y frotar el hocico del piso. Dichas conductas indican una reducción en el estrés y una mejora en el bienestar animal. Las frecuencias respiratorias

y la temperatura rectal se vieron afectadas solo por los diferentes momentos de observación durante el día. Donde finalmente concluye que al aumentar la cantidad de FDT conduce a una disminución en comportamientos, principalmente después de la alimentación, lo que indica que este tipo de dieta puede usarse como una estrategia para mejorar el bienestar de las cerdas.

DeDecker et al. (2014) evaluaron el impacto de dos asignaciones de espacio en el piso y una dieta de gestación alta en fibra en cerdas alojadas en grupo utilizando múltiples medidas de bienestar. Se asignaron aleatoriamente grupos de 10 cerdas multíparas/corral (n=221) a tratamientos en un arreglo factorial 2×2 a una dieta bajo en fibra o una dieta alto en fibra, y espacio disponible en el suelo de 1,7 o 2,3 m²/cerda. El comportamiento se registró en múltiples días a lo largo de la gestación. Las cerdas alimentadas con fibra alta y mantenidas en 1,7 m² realizaron menos conductas oral-nasal-facial y de masticación simulada que las cerdas alimentadas con CTL y mantenidas en el mismo espacio de piso. Las cerdas mantenidas en 1,7 m² de espacio en el suelo tuvieron una mayor puntuación total de la gravedad de la lesión que las cerdas mantenidas en 2,3 m²/cerda. Las cerdas multíparas alimentadas con fibra alta y mantenidas en 1,7 m² de espacio en el suelo eran más pesadas que las cerdas alimentadas con la misma dieta, pero mantenidas en 2,3 m². Estos resultados indican que mantener pequeños grupos de cerdas preñadas con una asignación mínima de espacio en el suelo de 1,7 m²/cerda y alimentar a estas cerdas en el suelo con una dieta rica en fibra puede mejorar el bienestar de las cerdas a corto plazo.

Vieira (2012) evaluó el comportamiento y rendimiento en cerdas alimentadas con diferentes niveles de fibra y criadas en jaulas o corrales colectivos. Las cerdas preñadas criadas en corrales colectivos y alimentados con una dieta alta en fibra tuvieron mejores respuestas fisiológicas, lo que indica una mayor comodidad y un mejor bienestar animal. Las variables ambientales estaban cerca de la zona de confort de los animales. Además de

proporcionar un ambiente más cómodo, alojar a los cerdos en corrales colectivos disminuyó los estereotipos, permitiendo a las cerdas expresar un comportamiento más natural. La dieta alta en fibra no interfirió con el rendimiento productivo de la marrana.

Meunier-Salaün (1991) evaluó patrones de comportamiento y niveles de progesterona, cortisol y prolactina alrededor del parto en cerdas europeas (blanco grande) y chinas (Meishan). El comportamiento de siete cerdas Large-White (LW) y siete Meishan (MS) se monitoreó continuamente en video desde el día 111 de gestación hasta las 24 h posparto. En ambas razas, los niveles de actividad y los cambios de postura aumentaron a medida que se acercaba el parto. Antes del parto, las únicas diferencias entre las dos razas ocurrieron durante las últimas 24 h: las cerdas MS pasaron más tiempo explorando el piso (36% frente al 10% del tiempo total) y las cerdas LW se acostaron más a menudo ventralmente (26% vs. 13% del tiempo acostadas). Durante el parto, el tiempo total acostadas fue alto y significativamente mayor en LW (98%) que en cerdas MS (90%). Durante las primeras 24 h después del parto, el comportamiento fue similar en ambas razas con animales acostados la mayor parte del tiempo (> 90%). El tiempo dedicado a las actividades de cuidado a sus lechones también fue el mismo en ambas razas. Durante el primer día de su vida, el tiempo de descanso total fue similar en los lechones MS y LW; sin embargo, el comportamiento de reposo ocurrió con mayor frecuencia en la ubre en lechones MS. Este estudio concluye que el buen rendimiento reproductivo de la raza MS podría estar relacionado en parte con el comportamiento de la cerda y su camada después del parto.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 La fibra dietaria

Los componentes de la estructura de la pared celular vegetal están compuestos principalmente por lignina y todo tipo de polisacáridos como celulosa, hemicelulosa, pectinas y gomas (Zhao et al., 2021). Los carbohidratos vegetales pueden clasificarse como

azúcares, disacáridos oligosacáridos o polisacáridos (es decir, almidón y polisacáridos no amiláceos - PNA) (Agyekum & Nyachoti, 2017). Los azúcares, los oligosacáridos y el almidón se encuentran en el interior de la célula vegetal, mientras que los polisacáridos no amiláceos junto con la lignina son los principales constituyentes de las paredes celulares de las plantas, y se denominan fibra dietaria (Agyekum & Nyachoti, 2017).

Los PNA contienen hasta varios cientos de miles de unidades de monosacáridos, entre ellos celulosa, pectinas, β -glucanos, heteroxilanos, mananos, xiloglucano, glucomananos, galactomananos y fructanos, etc. (Kumar et al., 2012). Debido a que los PNA no están conectadas por un enlace glucosídico alfa 1-4 y alfa 1-6, generalmente no pueden ser hidrolizadas por enzimas endógenas (Liu et al., 2017). La tabla 1, muestra los resultados de diferentes investigaciones del suministro de fibra dietaria en cerdas gestantes.

Tabla 1

Efectos de diferentes fuentes de fibra dietaria en marranas gestantes.

Periodo de alimentación	Fuentes de fibra	Resultados principales	referencia
Lactación y gestación tardía	Harina de konjac	Disminuye el valor HOMA-IR* Aumenta el estado antioxidante y el consumo diario de alimento durante la lactancia de cerdas	Tan y col., (2016)
Durante la gestación	Harina de konjac	Aumenta el consumo diario de alimento de las cerdas, el tamaño de camada al destete y el peso de la camada	Tan y col. (2017)
Durante la gestación 2 partos consecutivos	Goma de Guar	Aumento de la tasa de crecimiento de lechones Disminución de la incidencia de diarrea	Cheng y col., (2018)
Durante toda la gestación	Harina de konjac	Disminuye la concentración de cortisol en plasma y el comportamiento de la alimentación durante la gestación Aumenta el consumo de alimento durante la lactancia de cerdas, aumenta el tamaño de camada destetada y peso de camada	Sun y col., (2015)

Periodo de alimentación	Fuentes de fibra	Resultados principales	referencia
A lo largo de la gestación durante 3 partos consecutivos	Harina de konjac	Aumenta el consumo de alimento de la cerda, la ganancia de peso de los lechones y peso de la camada al destete. Disminuye el estreñimiento de la cerda.	Tan y col., (2015)

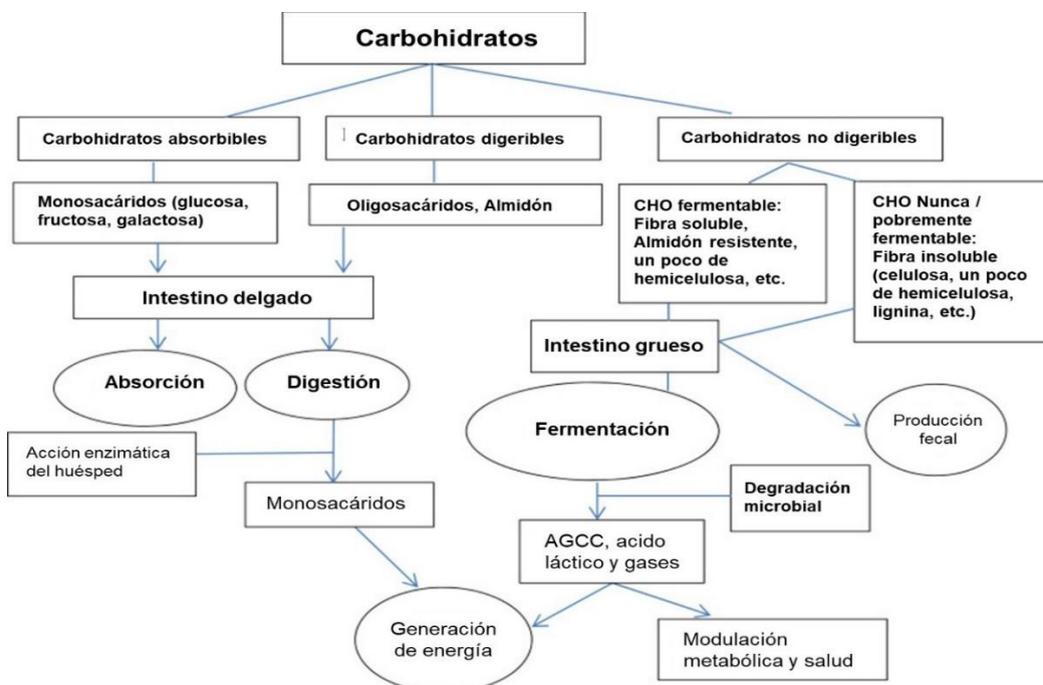
Adaptado de (Li, et al., 2021).

2.2.2 Fisiología digestiva de los carbohidratos.

Todos los carbohidratos con al menos dos unidades de cadenas de carbono deben descomponerse enzimáticamente en monosacáridos antes de que puedan ser absorbidos en el intestino delgado y utilizados por los animales para las necesidades corporales (Adebowale et al., 2019). Los monosacáridos como la glucosa, la fructosa y la galactosa se absorben en el intestino delgado, mientras que los disacáridos, como la lactosa y la sacarosa) y los polisacáridos como el almidón, son los carbohidratos digeribles (Adebowale et al., 2019).

Figura 1

Descripción general de los carbohidratos y sus productos metabólicos finales Fuente: Adebowale et al., (2019).



Los carbohidratos son digeridos en la boca y en el intestino delgado por enzimas

endógenas específicas que se especializan en la hidrolización de carbohidratos (Adebowale et al., 2019).

Según McDonald et al. (2010): La digestión de los carbohidratos comienza en la boca y es principalmente mecánico, siendo el proceso de la masticación la que ayuda a romper partículas grandes de comida y a mezclarlas con la saliva. El cerdo tiene papilas gustativas en toda la cavidad oral y se concentran en la lengua. la saliva secretada en la boca por tres pares de glándulas salivales contiene alrededor del 99 por ciento de agua, el 1 por ciento restante consiste en mucina, sales inorgánicas y las enzimas α -amilasa y el complejo lisozima. La enzima está presente en la saliva del cerdo, pero la actividad es baja. Es dudoso que gran parte de la digestión se produzca en la boca, ya que el alimento se traga rápidamente y pasa por el esófago hasta el estómago, donde el pH es desfavorable para la actividad de la α -amilasa. Es posible, sin embargo, que alguna digestión del almidón por la enzima pueda ocurrir en el estómago, ya que la masa alimenticia no se mezcla íntimamente inmediatamente con el jugo gástrico. (p. 161).

El alimento parcialmente digerido que sale del estómago ingresa al intestino delgado, donde se mezcla con las secreciones del duodeno, el hígado y el páncreas, siendo el área yeyunal el sitio de absorción (McDonald et al., 2010).

Según Hill et al., (2012): En el duodeno, la amilasa hidroliza el almidón produciendo los disacáridos maltosa, isomaltosa y oligosacáridos como la maltotriosa. Los disacáridos y oligosacáridos producidos por la acción de la amilasa son hidrolizados por enzimas como la maltasa (una disacaridasa, entre otras) produciendo glucosa libre. (p. 134).

Según McDonald et al. (2010): La α -amilasa pancreática tiene una función similar a la amilasa salival y ataca los enlaces α 1,4 glucosídicos del almidón. La hidrólisis de oligosacáridos a monosacáridos es provocada por enzimas asociadas con las vellosidades intestinales. Las enzimas producidas por las vellosidades son sacarasa, que convierte la

sacarosa en glucosa y fructosa; maltasa, que descompone la maltosa en dos moléculas de glucosa; lactasa, que hidroliza la lactosa en una molécula de glucosa y otra de galactosa; y oligo-1,6-glucosidasa, que ataca los enlaces α -1,6 en las dextrinas límite. (p. 162).

Las enzimas que digieren los polisacáridos estructurales no presentan una distribución universal en el reino animal (Hill et al., 2012). La celulasa, necesaria para la ruptura de enlaces de la celulosa, no es sintetizada por ningún vertebrado, lo que significa que los vertebrados no pueden aprovechar el valor alimenticio de la celulosa a menos que existan asociaciones simbióticas con microorganismos que fermentan celulosa (Hill et al., 2012).

La fibra (incluyendo PNA y almidón resistente) y los alcoholes de azúcar se consideran carbohidratos fermentables (Bach Knudsen et al., 2012). El almidón resistente es considerado como la parte de la molécula de almidón con su propiedad única de ser resistente a la digestión enzimática y llegar al colon sin cambios o con ligeros cambios (Tacer-Caba & Nilufer-Erdil, 2019). Las fibras están presentes en altas concentraciones en las dietas de monogástricos y su fermentación en el colon produce ácidos grasos de cadena corta y gases (dióxido de carbono, hidrógeno y metano (Adebowale et al., 2019).

Según McDonald et al. (2010): Una elevada actividad microbiana se produce en el intestino grueso, especialmente en el ciego. Aquí, la tasa de paso lenta y las abundantes fuentes de nutrientes fomentan el crecimiento prolífico de bacterias. Existe una población compleja de bacterias aeróbicas y anaeróbicas obligadas, que incluyen lactobacilos, estreptococos, coliformes, bacteroides, clostridios y levaduras. Estos metabolizan una amplia gama de fuentes de nitrógeno y carbohidratos no digeridos y endógenos, resultando en la formación de productos, que incluyen indol, escatol, fenol, sulfuro de hidrógeno, aminas, amoníaco y los ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico). Al igual que con las bacterias del rumen, el número relativo de las especies cambia en respuesta al

material disponible para la fermentación. Sin embargo, la digestión de la celulosa y otros polisacáridos superiores es pequeña comparado con la que tiene lugar en el caballo y los rumiantes. Con las dietas convencionales para cerdos, la fermentación microbiana representa del 8 al 16% de la materia orgánica que desaparece del tracto gastrointestinal. Los ácidos grasos volátiles se absorben y contribuyen al suministro de energía del cerdo.

Según Adebawale et al. (2019) las diferentes especies de animales exhiben una población variable de microbios intestinales que producen AGCC, siendo el principal colonizador intestinal en los cerdos, la *Escherichia coli*, seguido por los filos Gram-positivo Firmicutes y Gram-negativo Bacteroidetes. La cantidad de carbohidratos no digeridos presentes en el intestino grueso tiene una relación directa con la población o proporción de bacterias existentes en el colon, lo que influye en los AGCC producidos (Flint et al., 2015).

Entre los AGCC, el acetato representa más del 50% del total de AGCC detectado en las heces de animales monogástricos (Louis et al., 2007). Más del 70% del acetato producido proviene de la fermentación de bacterias entéricas de los carbohidratos no digeridos (Adebawale et al., 2019). La formación del acetato implica la reducción de dióxido de carbono a monóxido de carbono y ácido fórmico o directamente a un grupo formilo. El grupo formilo se reduce a grupo metilo que luego forma la acetil-coenzima A (CoA) a través de la unión con CoA y monóxido de carbono (Ragsdale, 2006).

El butirato se forma principalmente a partir de la vía butiril-CoA/acetato-CoA transferasa, aparentemente en mayor actividad por las bacterias del orden Clostridiales (Firmicutes) (Levine et al., 2013). La ruta del succinato parece ser la ruta dominante de formación de propionato por parte de las bacterias del grupo Firmicutes y bacteriodetes (Salonen et al., 2014).

Según Adebawale et al. (2019), los AGCC producidos son el principal factor responsable de la mayoría de los beneficios para la salud asociados con las principales

fracciones de carbohidratos de los cereales. Los AGCC actúan como molécula señalizadora y regulan procesos biológicos que protegen la salud intestinal del huésped (Koh et al., 2016). El aumento de la diferenciación de las células caliciformes y la expresión de genes relacionados con la mucina se asocian con un aumento de la producción de acetato y propionato (Vital et al., 2013). Sin embargo, la sobreproducción de estos AGCC podría ser dañina para las células intestinales (Adebowale et al., 2019).

2.2.3 Propiedades funcionales de la fibra dietaria.

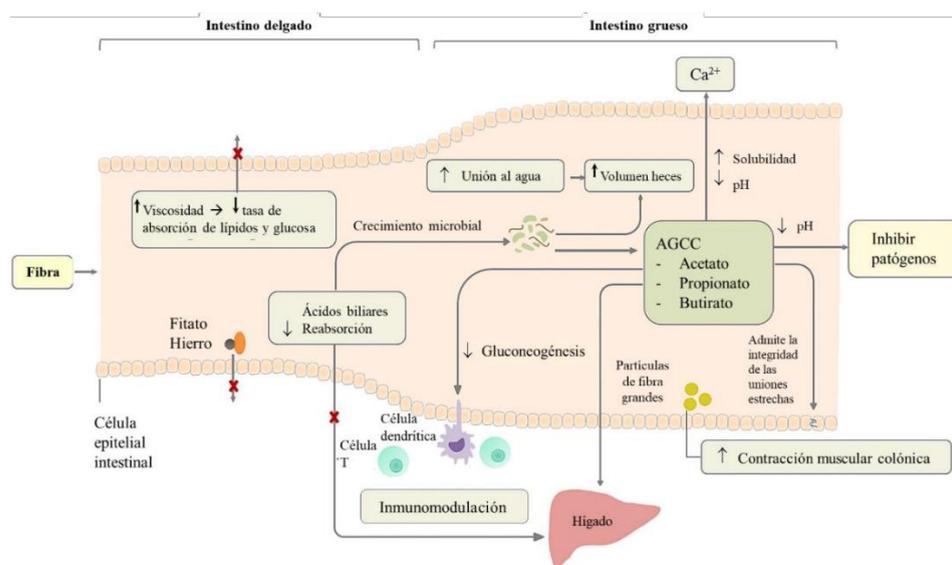
La fibra dietaria ejerce múltiples propiedades funcionales en el tracto gastrointestinal, como afectar la absorción de glucosa y lípidos, promover la excreción de heces y estimular cambios en la composición microbiana y la producción de metabolitos (Kang et al., 2022). Según Gill et al. (2020) la fibra dietaria afecta la funcionalidad del tracto gastrointestinal, incluida la influencia en la absorción de glucosa y lípidos, contribuyendo a la producción de heces (frecuencia, consistencia y peso) y estimulando cambios en composición microbiana y producción de metabolitos, incluida la producción de AGCC. Los AGCC afectan la motilidad gastrointestinal al estimular la actividad contráctil del colon mediante el aumento del número de neuronas colinérgicas excitatorias (Soret et al., 2010). Los AGCC también tienen un papel mediador, uniendo la comunicación entre la microbiota de la mucosa y el sistema inmunológico de la mucosa, con evidencia preclínica que sugiere efectos antiinflamatorios e inmunomoduladores notables con relevancia para los trastornos inflamatorios del intestino (Gill et al., 2018). Por ejemplo, los AGCC pueden influir en las respuestas inmunitarias adaptativas intestinales a través de la regulación directa del tamaño y la función del grupo de células T reguladoras, incluida la capacidad proliferativa y la expresión génica en ratones (Smith et al., 2013). Los AGCC están implicados en el mantenimiento de la integridad de la barrera intestinal (Hiippala et al., 2018) y la regulación del apetito a través de varios mecanismos, incluida la estimulación de la gluconeogénesis en

el hígado (Mithieux, 2014). Además, los AGCC mantienen indirectamente la homeostasis gastrointestinal a través de la reducción del pH luminal (Henningsson et al., 2001), lo que podría ser importante para prevenir la colonización e inhibir el crecimiento de enteropatógenos sensibles a los ácidos (Gill et al., 2020). La Figura 2 describe las propiedades funcionales de la fibra dietaria.

La fibra soluble apenas se digiere en la boca, el estómago y el intestino delgado (Tian et al., 2020). Este tipo de fibra se transporta al intestino posterior como moléculas intactas y es degradada por los coliformes, que producen una pequeña cantidad de energía y diversas sustancias bioactivas (Makki et al., 2018). La fibra insoluble (como la celulosa) es difícil de fermentar por los microbios intestinales, pero mejoran la salud intestinal al promover la peristalsis intestinal (Capuano, 2017). La digestibilidad de la fibra puede ser diferente en las diferentes razas de cerdas (Tian et al., 2020). Por ejemplo, las cerdas Rongchang son más capaces de digerir alimentos con alto contenido de fibra en comparación con las cerdas Landrace, que está relacionado con las abundantes Ruminococcaceae en el intestino de cerdas Rongchang (Liu et al., 2019).

Figura 2

Mecanismos de acción de la fibra dietaria sobre el metabolismo de nutrientes.



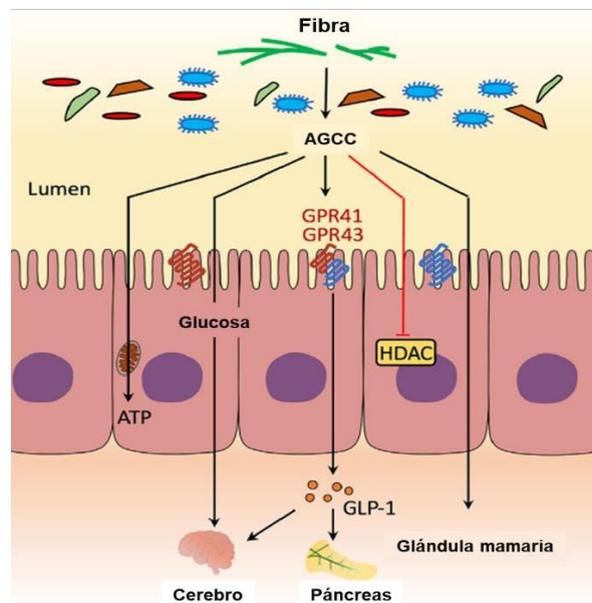
La fibra dietaria es la principal fuente de energía para el microbiota intestinal, lo que

significa que agregar una cantidad adecuada de fibra dietaria puede aumentar la abundancia de microorganismos específicos (Sappok et al., 2015), como bacterias beneficiosas reduciendo la proporción de bacterias patógenas en el intestino (Guan et al., 2019; Wu et al., 2020). La fibra dietaria alivia eficazmente los efectos adversos de ciertos productos de fermentación de aminoácidos (por ejemplo, amoníaco, histamina) y disminuye las cepas nocivas (como, cepas entero-toxigénicas de *Escherichia coli*) en el tracto intestinal. Además, la fibra dietaria reduce el aumento de peso de la cerda y la acumulación de grasa causada por la adición de grasa en la dieta (Zhou et al., 2017), que podría ser causada por la modificación de la estructura del microbioma intestinal (Tian et al., 2020).

La fibra dietaria es una fuente de energía fundamental para las células epiteliales cecales y colónicas (Tian et al., 2020). En condiciones ambientales intestinales específicas, la fibra dietaria es fermentada y utilizada por bacterias anaerobias y produce una variedad de metabolitos, como AGCC, especialmente acetato, propionato y butirato (Jarrett y Ashworth, 2018; Patil et al., 2020), que son sustratos importantes de la gluconeogénesis y participan en la regulación del metabolismo central (Tian et al., 2020). Los AGCC producidos en el intestino grueso se transportan a la circulación periférica a través de la vena porta, actuando así sobre el hígado y los tejidos periféricos (Tian et al., 2020). Se ha propuesto que actúan como moléculas señalizadoras para regular diferentes actividades fisiológicas del huésped (Koh et al., 2016), como la regulación de la inmunidad y la expresión de enzimas antioxidantes, factores inflamatorios y proinflamatorios (Li et al., 2019; Guo et al., 2020). Los AGCC desencadenarían señales del huésped inhibiendo la histona desacetilasa (HDAC) o activando receptores acoplados a proteína G (como GPR41 y GPR43), que se activan para regular la liberación del péptido 1 similar al glucagón (GLP-1) y el neuropéptido Y que conducen a la saciedad (Figura 3; Tian et al., 2020).

Figura 3

Mecanismos de señalización del microbiota intestinal en la cerda. AGCC: Ácidos grasos de cadena corta, GPR: Receptores acoplados a proteínas G, HDAC: histona desacetilasa, ATP: adenosina trifosfato, GLP-1: péptido similar al glucagón 1.



Fuente: Tian et al., (2020)

2.2.4 Efectos de la fibra dietaria en las cerdas gestantes.

La fibra dietaria produce una mayor sensación de saciedad y reduce los estereotipos comportamentales, sobre todo en cerdas alojadas en jaulas, asociadas a la restricción del alimento (Rijnen et al., 2003). La legislación de la Unión Europea exige que “Para calmar el hambre y dada la necesidad de masticar, todas las cerdas y cerdas jóvenes vacías deberán recibir una cantidad suficiente de alimentos gruesos o ricos en fibras y alimentos con un elevado contenido energético” (Directiva 2001/88/CE del Consejo de 23 de octubre de 2001. Artículo 1.7).

La alimentación restringida es una práctica común en las cerdas gestantes para evitar el aumento excesivo de peso corporal y las funciones reproductivas, aunque esta práctica no asegura proporcionar los nutrientes suficientes para satisfacer las necesidades mantenimiento y reproductivas de las cerdas, y lograr la saciedad de la cerda (Agyekum & Nyachoti, 2017). A menudo se incorporan los ingredientes fibrosos en las dietas de las cerdas

gestantes para reducir la sensación de hambre y superar la agresividad y estereotipia (Rijnen et al., 2003). Las dietas ricas en fibra retrasarían el vaciado gástrico y aumentarían la hinchazón del contenido del estómago y productos de fermentación (Serena et al., 2009).

La eficacia a largo plazo de las dietas ricas en fibra sobre la saciedad y el comportamiento de las cerdas depende de las propiedades fisicoquímicas de la fibra dietaria (Agyekum & Nyachoti, 2017). La fibra soluble tiene un mayor efecto en la saciedad de las cerdas gestantes que la fibra insoluble, debido a su mayor capacidad de modificar la producción de hormonas intestinales que intervienen en la saciedad, el metabolismo de los lípidos y el metabolismo energético (Agyekum & Nyachoti, 2017). Las fracciones solubles de la fibra puede aumentar la viscosidad en la parte superior del tracto intestinal, reduciendo el vaciado estomacal y la velocidad de tránsito, mientras que las fracciones insolubles, alto en lignina (sustancia indigestible no fermentable) aumenta la velocidad de tránsito (Gerrits et al., 2006).

2.2.5 Bienestar y comportamiento animal.

El bienestar animal se refiere a un estado medible en un animal que puede estar relacionado con la idoneidad de la capacidad de un animal para hacer frente a su entorno (Brown & Winnicker, 2015). El bienestar animal es una rama de la ciencia que analiza estos estados medibles en casi todas las áreas de nuestra interacción con los animales: agricultura, entretenimiento, compañía, investigación y otras (Brown & Winnicker, 2015). La investigación sobre el bienestar animal influye en la práctica proporcionando una comprensión básica de las necesidades y la naturaleza de los animales, identificando indicadores de bienestar animal y probando cómo el bienestar animal se ve influido por entornos y procedimientos de gestión específicos (Fraser, 2018).

El comportamiento animal es el estudio de cómo los animales se mueven en su entorno, cómo interactúan socialmente, cómo aprenden sobre su entorno y cómo un animal

puede lograr una comprensión cognitiva de su entorno (Breed and Moore, 2022). La etología, ciencia que estudia el comportamiento animal, considera que la conducta es un conjunto de rasgos fenotípicos: esto significa que está influenciada por factores genéticos y es, por lo tanto, fruto de la selección natural. En resumen, la etología pretende describir la conducta natural, explicar cómo se produce, que función adaptativa cumple y su filogenia o evolución (Braun y Cervellini, 2010).

El estrés es una respuesta fisiológica de organismos frente a situaciones que provocan ansiedad animal (Von Holst, 1998). El estrés forma parte del comportamiento vital y no es estrictamente perjudicial, llegando incluso a resultar beneficiosos en determinadas ocasiones, manifestándose con complejas reacciones fisiológicas, metabólicas y de comportamiento. En algunas ocasiones pueden originar problemas patológicos, e inducir rendimientos menores en las especies productivas (Moberg y Mench, 2000). Según Koscinczuk (2014):

El bienestar y la supervivencia de los individuos se ven amenazados por cambios ambientales; y para restablecer la homeostasis y lograr adaptarse, el organismo pone en marcha respuestas colectivas de estrés. Estas respuestas están mediadas por circuitos interconectados del sistema límbico frontal, hipotálamo y cerebro, donde la liberación final de glucocorticoides asegura el aporte de energía mediante movilización de glucosa. El resultado final de la sobreexposición a glucocorticoides se refleja en la alteración de los sistemas corporales con hiperglucemia, hipertensión, infecciones recurrentes, alteración de la memoria y del control del comportamiento. Reconocer los eventos que pueden estresar a los animales domésticos no es sencillo. Mientras que algunos desencadenantes de estrés son fácilmente reconocidos por el hombre (temperaturas extremas, falta de alimentos, lesiones severas) otros pueden pasar desapercibidos (territorio, relaciones sociales, motivaciones, olores y sonidos).

El hambre que experimentan las cerdas preñadas alimentadas con dietas comerciales durante la gestación aumenta la motivación por la alimentación, la actividad y el desarrollo de comportamientos estereotipados (Bernardino et al., 2021). Según Broom (1983) las estereotipias son un comportamiento que se realiza con movimientos repetitivos, sin ninguna función evidente, y que no puede considerarse parte del repertorio normal. Las cerdas alimentadas de forma restringida pueden desarrollar una serie de estereotipias, como lamer el comedero vacío, morder las barras de la jaula, masticar de forma simulada, aumentar la actividad, manipular más el bebedero y consumir agua en exceso (Lawrence y Terlouw, 1993). Ocepek y Andersen (2018) observaron que las cerdas que pasan más tiempo preparando su nido antes del parto y se comunican con los lechones (olfateando, gruñendo, empujando) eran más cuidadosas con las posturas a la hora de acostarse o pararse, arrojando como resultado menor número de lechones aplastados, mayor número de lechones destetos y una menor proporción de lechones hambrientos. Un animal estresado y asustado muestra cambios en sus variables fisiológicas como aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria, aumento de temperatura, mayor defecación; cambios en algunas variables sanguíneas (cortisol, glucosa, hematocrito y otras); cambios de comportamiento tornándose más nervioso y difícil de manejar, situación que lo hace más propenso a accidentarse (golpes, contusiones, caídas) y/o accidentar al personal. Cuando las situaciones estresantes se prolongan, se puede producir también pérdidas de peso, disminución de la eficiencia productiva (Braña Varela et al., 2011).

2.3 Definición de términos básicos.

Etología: Estudio objetivo del comportamiento.

Estereotipo: estereotipias se han definido de dos maneras, una son las conductas repetitivas, invariables y sin función inmediata aparente y la segunda son las conductas repetitivas causadas por los intentos repetidos de adaptarse al ambiente o

por una disfunción del sistema nervioso central.

Microbiota: Conjunto de microorganismos que se encuentran generalmente asociados a tejidos sanos (piel, mucosas, etc.). Los microorganismos residen en estos lugares de forma más o menos permanente y en algunos casos realizan funciones específicas.

Enzimas: son sustancias de alta especificidad que permiten que las reacciones biológicas normalmente poco probables se realicen y permiten el continuo movimiento y avance de las reacciones vitales.

Enzimas endógenas: Provenientes de los mismos tejidos alimentarios. Son enzimas producidas en los seres vivos, se crean a partir de la ingestión de los alimentos, especialmente crudos con la intervención del aire que se respira.

Peri-parto: Período inmediatamente anterior, durante e inmediatamente después del parto.

Celulosa: Es la sustancia que más frecuentemente se encuentra en la pared de las células vegetales.

Hemicelulosa: Forma parte de las paredes de las células vegetales, recubriendo la superficie de las fibras de celulosa Lignina.

Proteínas lignificadas: Las ligninas son particularmente importantes en la formación de las paredes celulares, especialmente en la madera y la corteza, ya que prestan rigidez y no se pudren fácilmente.

Morfología: Parte de la biología que trata de la forma de los seres vivos y de su evolución

2.4 Hipótesis de Investigación.

2.4.1 Hipótesis General.

El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días

después del parto influye sobre indicadores conductuales y fisiológicas en cerdas criollas

2.4.2 Hipótesis Específicas.

HEnula1: El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días después del parto NO influye sobre las variables de posición (decúbito dorsal, decúbito ventral, posición sentada, de pie).

HEalternativa1: El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días después del parto SI influye sobre las variables de posición (decúbito dorsal, decúbito ventral, posición sentada, de pie).

HEnula2: El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días después del parto NO influye sobre estereotipos (frecuencia de toma de agua, lamedura de piso, mordisqueo de barra metálica, masticar al vacío).

HEalternativa2: El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días después del parto SI influye sobre estereotipos (frecuencia de toma de agua, lamedura de piso, mordisqueo de barra metálica, masticar al vacío).

HEnula3: El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días después del parto NO influye sobre el tiempo fisiológico durante el parto (duración del parto, intervalo de lechones).

HEalternativa3: El suministro de dietas con raciones variables de fibra tres días antes y tres días después del parto SI influye sobre el tiempo fisiológico durante el parto (duración del parto, intervalo de lechones)

2.5 Operacionalización de las variables.

Tabla 2

Operacionalización de las variables.

	Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicador
Independiente (X)	Fibra dietaria	Carbohidratos fermentables con propiedades funcionales y nutricionales	Niveles de fibra en la ración	3 %, 6% y 10%.
	Posición	Posiciones repetitivas causadas por los intentos repetidos de adaptarse al ambiente	Reclinación lateral Reclinación ventral Sentado Pie Cassar et al. (2008)	Conteos durante el periparto
	Comportamiento	comportamientos repetitivos causados por los intentos repetidos de adaptarse al ambiente	Ausencia de estereotipado Gentilini et al. (2003) Masticar al vacío Lamer el canal del comedero Morder barra de hierro Hurgamiento Durmiendo Pandorfi et al. (2011)	Conteos durante el periparto
Dependiente (Y)	Respuestas fisiológicas	Acción que se produce en el organismo ante los estímulos estresores	Temperatura ambiental Pandorfi et al. (2008) Temperatura corporal Temperatura rectal Frecuencia respiratoria Mendes et al. (2013)	Mediciones durante el día Número de veces por marrana.
	Respuesta fisiología durante el parto	Duración del tiempo de parto	Tiempo	Intervalo de nacimiento, duración del parto

CAPITULO III: METODOLOGIA

3.1 Gestión del experimento.

3.1.1 Ubicación.

La investigación se desarrolló en el Taller de Cerdos Criollos de la Universidad José Faustino Sánchez Carrión. El taller se encuentra ubicado en la Av. Mercedes Indacochea N° 609, distrito de Huacho, Provincia de Huaura, Región Lima – Provincia, Longitud: -77.6050000, Latitud: -11.1066700, temperatura promedio de 20°C y humedad 84 %.

El desarrollo de la investigación se realizó entre los meses de marzo - septiembre del 2022.

3.1.2 Características del área experimental.

- El taller de cerdos criollos cuenta con un sistema intensivo comprendido en áreas como gestación, maternidad, recría y engorde, con un área total aproximadamente de 375 m² y 144m² por cada galpón.
- Los galpones están ubicados de norte a sur con techos altos aproximadamente de 4.4 metros de altura con una ventilación adecuada, hechos con manta arpillera y cubierta con brea.
- En el área de maternidad cuenta con corrales de 5 m² con muros de 1,2 m de altura, donde se ubican cajones para lechones" o "Guarda lechones" una por cada corral, que están elaborados de madera con una altura 0.6m largo ,07m, ancho 06m con una tapay entrada 25cm ancho, altura 35cm donde pernoctan los lechones nacidos junto a la madre desde el nacimiento hasta el destete.
- El piso de cemento rugoso que posee un desnivel de los 7 grados hacia los extremos, esto con el objetivo de facilitar su lavado y desplazamiento de los animales.

- Las puertas son de varilla con fierro, que tienen una altura de 1,2 m y un ancho de un metro.
- El galpón cuenta con un pasadizo central de 1,2 de ancho para facilitar la alimentación y el desplazamiento del personal. Cada maternidad cuenta con accesorios como chupones, pediluvios entre otros para mejorar y garantizar una mejor productividad.

3.1.3 Tratamientos.

- Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:
- Tratamiento 1: dieta convencional del taller.
- Tratamiento 2: dieta con 6% de fibra.
- Tratamiento 3: dieta con 10% de fibra.
- Los ingredientes de las dietas experimentales y su contenido nutricional se muestran en la tabla 3.

Tabla 3
Ingredientes y contenido nutricional de las dietas experimentales.

Ingredientes, %	<u>Dietas</u>			
	<u>experimentales</u>	Dieta convencional	Dieta 6% fibra	Dieta 10% fibra
Maíz		61,34	57,22	50,32
Panca		-	9,12	24,39
Subproducto de trigo		15,27	16,4	-
Torta soya 48		18,58	14,31	20,7
Aceite		1,53	-	1,55
Carbonato de Calcio		1,79	1,61	1,49
Fosfato Dicálcico		1,00	0,85	1,06
Sal Común		0,36	0,36	0,36
Premezcla de vitaminas y minerales		0,13	0,13	0,13
Contenido nutricional*				
EM Kcal/kg		3142	2920	2920
Proteína		16,17	14,00	14,00
<i>Aminoácidos digestibles</i>				
Lisina		0,68	0,56	0,65

Ingredientes, %	Dietas		
	convencional	6% fibra	10% fibra
Metionina + cistina	0,48	0,42	0,40
Treonina	0,52	0,44	0,47
Triptófano	0,17	0,15	0,15
Fibra	3,05	6,00	10,00
Grasa	4,78	2,91	3,87
Calcio	1,13	1,00	1,00
Fosforo disponible	0,35	0,30	0,30
Sodio	0,18	0,18	0,18

* Según De Blas et al. (2013). El suministro de las dietas experimentales fue a partir de los 10 días preparto programado.

3.1.4 Diseño experimental.

Los tratamientos fueron distribuidos dentro del diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos y tres replicas por tratamiento. Los tratamientos estuvieron representados por el nivel de fibra dietaria (3, 6 y 10% FC) y los bloques por los meses en los que se presentaron los partos (bloque I: marzo-abril; bloque II: mayo-junio; bloque III: julio-agosto). Una marrana con fecha de parición aproximada de 10 días antes del parto representó la unidad experimental.

3.1.5 Variables a evaluar.

Las variables de posición a evaluadas fueron:

Reclinación lateral de la marrana.

Reclinación ventral de la marrana.

Posición sentada Posición de pie.

Las variables de comportamiento evaluadas serán:

Ausencia de estereotipados.

Masticar al vacío.

Lamer el canal del comedero.

Morder las barras de fierro.

Hurgamiento.

Durmiendo.

Las variables fisiológicas evaluadas serán:

Temperatura de la piel.

Temperatura rectal.

Frecuencia Respiratoria.

3.1.6 Técnicas de recolección de datos

Las variables etológicas fueron registradas según la investigación de Budiño et al. (2014). Todas las variables fueron evaluadas tres veces al día, entre los tres días antes del parto y tres después del parto. No se evaluó el día de ocurrido el parto. Los animales fueron observados mediante cámaras de vigilancia (DAHUA 4 canales 1080p) durante un período de 15 minutos tres veces al día a las 10:15 am, 2:15 pm y 5:15 pm., basándonos en los estudios de Budiño et al. (2014). Cada variable fue expresada como porcentaje observado durante los 15 minutos de estudio.

La tabla 4 muestra el resumen de la variación de la temperatura durante los días de evaluación.

Tabla 4

Horario de medición de las variables etológicas, de comportamiento y fisiológicas en cerdas criollas alimentadas con tres niveles de fibra durante el periparto.

Horario de medición,h	Temperatura (Media ± DE)	Variación temperatura	
		Mínimo	Máximo
09:00 – 09:15	22,4 ± 2,51	17	28
14:00 – 14:15	22,9 ± 1,85	20	27
17:00 – 17:15	21,0 ± 1,81	18	26

Características de las Variables etológicas:

Las variables de posición

Reclinación lateral: Animal acostado de lado con todas las piernas estiradas horizontalmente.

Reclinación ventral: Los animales sostienen la barriga en el suelo con todas las piernas debajo del cuerpo.

Sentado: Apoyado en las extremidades delanteras y sentado en las extremidades posteriores.

Pie: Cuerpo apoyado en las cuatro patas (sin caminar).

Las variables de comportamiento

Ausencia de estereotipados: Cuando el animal tiene los ojos abiertos, acostado o de pie sin manifestación de actividades.

Masticar al vacío: Abre y cierra la boca constantemente sin presencia de comida.

Lamer canal: Lamiendo el canal, la lengua toca el canal.

Barra mordiendo: Barras de mordida de la celda.

Hurgando: Frote el piso sólido, o con una cama superpuesta, una y otra vez sin comida.

Dormido: Animal acostado (ventral o lateral) con ojos cerrados y sin comportamiento.

Las variables fisiológicas

Temperatura de la piel: Se midió con un termómetro infrarrojo digital con mira láser (Instrutherm, modelo TI 870) calibrado para la emisividad habitual de los animales (0,97). El sitio de medición fue sobre la altura a la cruz, pierna y espalda a una distancia de 5 cm del animal a las 10:00 am, 2:00 pm y 5:00 pm.

Temperatura rectal: La temperatura corporal de los animales fue medido medirá mediante temperatura rectal utilizando un termómetro digital.

Frecuencia Respiratoria: Se midió visualmente contando los movimientos de los

flancos por minutos utilizando un cronometro digital, con intervalos de tiempo de 9:00 am - 11:00 am, 12:00pm-1:00 pm y 2:00 pm – 5:00 pm tomando en cuenta que la marrana se encuentre acostada ventral o lateralmente para la mejor visualización del movimiento del flanco.

Duración de parto: Observando el video, se registró la duración total del parto para cada cerda como el tiempo en minutos desde que nació el primero hasta el último lechón. Se consideró como finalizado el parto con la expulsión de la placenta.

Intervalo de parto: El promedio de intervalos entre nacimientos de lechones fue considerado como el tiempo en minutos entre cada lechón nacido y el número de lechones nacidos vivos y mortinatos.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información.

Las variables de comportamiento, posición y fisiológicas fueron evaluadas con la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba pos hoc de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner, debido a que no cumplieron los presupuestos de normalidad y variancias homogéneas. Los parámetros medidos durante el parto cumplieron los presupuestos de normalidad y de variancias homogéneas, por los que se analizó a través del análisis de variancia y pos hoc de Tukey. Los análisis estadísticos fueron ejecutados utilizando el programa estadístico JAMOVI (2021) y R Core Team (2021).

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 Variables de posición.

La Tabla 6 muestra el efecto de la fibra dietaria sobre las variables de posición de cerdas criollas gestantes durante los tres días antes y tres días siguientes después del parto. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas para las variables de posición reclinación lateral y posición de pie ($p < 0.05$). La prueba pos hoc mostró mayor porcentaje de veces en posición lateral en dietas con 6 y 10% de fibra y menor porcentaje en posición de pie con 3 y 10% de fibra. No se encontró diferencias para las variables reclinación ventral y posición sentada.

Mayores detalles de los análisis estadísticos para las variables de posición se encuentran en el Anexo I y V.

Tabla 5

Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria sobre las variables de posición en cerdas criollas gestantes tres días antes y tres días siguientes después del parto. Los valores se expresan como mediana \pm IQR.

Niveles de fibra	Reclinación lateral, %	Reclinación ventral, %	Posición sentada, %	Posición de pie, %
3%	33 \pm 25 ^b	33 \pm 25	25 \pm 8	29 \pm 25 ^a
6%	50 \pm 17 ^a	33 \pm 25	33 \pm 26	50 \pm 17 ^b
10%	50 \pm 34 ^a	36 \pm 19	27 \pm 13	33 \pm 25 ^a
Probabilidad	0,030	0,782	0,500	0,005

Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos (Kruskal-Wallis y comparaciones por pares de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner; $p < 0,05$).

4.2 Variables de comportamiento.

La Tabla 6 muestra el efecto de la fibra dietaria sobre las variables de comportamiento de cerdas criollas gestantes durante los tres días antes y tres días siguientes

después del parto. El análisis estadístico no encontró diferencias estadísticas significativas para las variables ausencia de estereotipo y durmiendo ($p < 0.05$). La prueba pos hoc mostró mayor ausencia de estereotipo y mayor porcentaje de tiempo durmiendo en dietas con 10% FC, aunque fueron similares comparadas con las cerdas del tratamiento con 3% FC. Las cerdas de dietas con 10% FC mostraron mayor comportamiento de visitar al bebedero ($p = 0.056$), mientras que las cerdas de 6% FC mostraron tendencias mayores de lamer el comedero ($p = 0.086$). No hubo diferencias estadísticas para las variables masticar al vacío, hurgando y lamer el piso.

Mayores detalles de los análisis estadísticos para las variables de comportamiento se encuentran en el Anexo II y VI.

Tabla 6

Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria sobre las variables de comportamiento de cerdas criollas gestantes tres días antes y tres días siguientes después del parto. Los valores se expresan como mediana \pm IQR.

Tratamiento	Ausencia	Visita al	Masticar	Hurgando, Durmiendo,		Lamer, %	
	estereotipo, %	bebedero, %	al vacío, %	%	%	Piso	Comedero
3% FC	33 \pm 33 ^a	13 \pm 18	28 \pm 15	33 \pm 30	33 \pm 39 ^{ab}	25 \pm 12	17 \pm 19
6% FC	33 \pm 25 ^{ab}	20 \pm 19.5	18 \pm 20	32 \pm 17	16 \pm 20 ^a	33 \pm 34	33 \pm 5
10% FC	50 \pm 20 ^b	25 \pm 16	25 \pm 28	34 \pm 21	29 \pm 43 ^b	22 \pm 34	27 \pm 28
Probabilidad	0,035	0,079	0,345	0,282	0,027	0,385	0,060

Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos (Kruskal-Wallis y comparaciones por pares de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner; $p < 0,05$).

4.3 Variables fisiológicas.

La Tabla 7 muestra las variables fisiológicas de cerdas criollas gestantes alimentadas con tres niveles de fibra dietaria durante los tres días antes y tres días después del parto. El análisis de Kruskal-Wallis encontró diferencias estadísticas significativas para la temperatura de la pierna y frecuencia respiratoria ($p < 0.05$) pero no para la temperatura

rectal, cruz y espalda. La prueba Dwass-Steel-Critchlow-Fligner observó menor temperatura de la pierna y frecuencia respiratoria en cerdas que consumieron dietas con 6% de fibra, mientras que la mayor temperatura de la pierna y frecuencia respiratoria fueron observadas en las cerdas que consumieron dietas con 3 y 10% de fibra.

Mayores detalles de los análisis estadísticos para las variables de comportamiento se encuentran en el Anexo III y VII.

Tabla 7

Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria sobre las variables fisiológicas en cerdas criollas gestantes tres días antes y tres días siguientes después del parto. Los valores se expresan como mediana \pm IQR.

Tratamientos	Temperatura, °C					Frecuencia respiratoria, min
	Ambiental	Rectal	Cruz	Espalda	Pierna	
3% FC	22.4 \pm 2.5	38 \pm 0.8	36,2 \pm 1.3	36.3 \pm 1.1	35.9 \pm 2.0 ^{ab}	33,0 \pm 12,8 ^a
6% FC	22.9 \pm 1.8	38 \pm 0.7	36.2 \pm 1.3	36.0 \pm 1.0	35.3 \pm 2.1 ^b	25.0 \pm 14.0 ^b
10% FC	21.0 \pm 1.8	38 \pm 0.8	36.4 \pm 0,4	36.2 \pm 1.5	36.3 \pm 1.5 ^a	38.0 \pm 19,5 ^a
Probabilidad		0,163	0,103	0,780	0,014	< 0,001

Letras diferentes representan diferencias significativas entre tratamientos (Kruskal-Wallis y comparaciones por pares de Dwass- Steel-Critchlow-Fligner; $p < 0,05$).

La Tabla 8 muestra mediciones de la duración (min) de nacimientos entre lechones y la duración del parto de cerdas criollas alimentadas con tres niveles de fibra dietaria diez días antes del parto. El análisis estadístico no encontró diferencias estadísticas significativas para el intervalo de tiempo entre cada nacimiento ($p > 0,05$), sin embargo, se observa tendencias de menor duración del parto en cerdas de las dietas con 10% FC ($p = 0,048$).

Mayores detalles de los análisis estadísticos para el intervalo de tiempo entre cada nacimiento y la duración del parto se encuentran en el Anexo IV y VIII.

Tabla 8

Intervalo de nacimiento y duración del parto de cerdas criollas alimentadas con diferentes niveles de fibra dietaria durante los últimos 10 días antes del parto. Los valores están expresados como media \pm DE.

Niveles De fibra	Tamaño de camada, N°	Intervalo nacimiento, min	Duración de parto,min
3%	6,0 \pm 2,6	40,6 \pm 14,4	217,3 \pm 41,0
6%	7,3 \pm 1,5	23,7 \pm 2,1	172,3 \pm 38,6
10%	6,3 \pm 2,9	21,3 \pm 131	114,0 \pm 42,6
<i>Promedio</i>	6,6 \pm 2,2	28,5 \pm 13,2	167,9 \pm 57,2
Probabilidad		0,429	0,056

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1 Variables de posición.

La alimentación restringida es recomendable en cerdas gestantes debido que a un sobrepeso durante la gestación puede influir negativamente sobre el consumo de alimento durante la lactancia posterior (Sun et al., 2015). Sin embargo, la alimentación restringida puede conllevar a un comportamiento anormal de la cerda influenciando negativamente sobre el rendimiento reproductivo de las cerdas (Sekiguchi y Koketsu, 2004). Habitualmente, los cambios de postura de la cerda son utilizados como indicadores del bienestar animal (Valros et al., 2003; Goumon et al., 2018).

En la presente investigación, las cerdas que consumieron dietas con 10% de fibra pasaron mayor tiempo reclinadas lateralmente y un menor tiempo en la posición de pie, lo que sugiere mayores momentos de bienestar de la cerda. Según Budiño et al. (2014), los alimentos ricos en fibras activan más rápidamente el centro de saciedad en el cerebro de los cerdos a través de la dilatación de la pared del estómago y ralentizan la digestión de los ingredientes al reducir la velocidad del paso gastrointestinal. Como consecuencia, los animales sometidos a restricción alimentaria cuantitativa permanecen por un período menor de tiempo en la condición de estrés provocada por la sensación de hambre (Che et al., 2011).

Los resultados del presente estudio siguen la tendencia de los resultados reportados por Budiño et al. (2014), quienes al evaluar cerdas alimentadas con dos niveles de fibra (2.8 y 13.1% fibra) desde el día 35 de la gestación, observaron que los porcentajes de tiempo pasado en decúbito lateral y ventral fueron similares. Asimismo, observaron una media de tiempo mayor en posición de pie (5.77 veces) en las cerdas alimentadas con la dieta baja en fibra, comparado con los 2,72 veces para las cerdas que recibieron la dieta alta en fibra.

5.2 Variables de comportamiento.

Las estereotipias en cerdas gestantes se asocian frecuentemente con un bajo nivel de

saciedad (Nunes et al., 2012) y las que consumen dietas bajas en fibra serían más propensas en presentar este problema (Jiang et al., 2019). La alimentación de cerdas con una dieta rica en fibra puede mejorar el bienestar de las cerdas a corto plazo, observándose disminución de los comportamientos estereotípicos de la cerda gestante (Dedecker et al., 2014). En el presente estudio, las cerdas gestantes que consumieron dietas con el mayor nivel de fibra mostraron mayor ausencia de estereotipo reflejándose en un mayor tiempo que pasaron durmiendo (aunque este resultado fue similar con dietas de 3% FC).

Los resultados observados en el presente estudio coinciden con la de otras investigaciones. Jiang et al., (2019) observaron que las cerdas alimentadas con 7.5% FC tenían menos comportamientos estereotipados (que incluían masticar simuladamente, rodar la lengua y lamer el suelo en la etapa de gestación tardía) y más tiempo de descanso que las cerdas tratadas con 2.5% FC en la última etapa de gestación. Oelke et al. (2018) no observaron influencia de los niveles de fibra sobre los comportamientos de lamer el piso, morder barras y masticar el vacío, aunque observaron tendencias de los valores a ser menores en cerdas gestantes que consumieron dietas con el mayor nivel de fibra.

5.3 Variables fisiológicas.

La temperatura rectal y la frecuencia respiratoria son buenos indicadores de la termorregulación porcina (Mostaço et al., 2015). La temperatura rectal mide la temperatura interna del cuerpo y puede usarse como índice de confort térmico o estrés para los animales (Brown-Brandl et al., 2003), sin embargo, la medición de la temperatura de la superficie de la piel se muestra como un método no invasivo y se relaciona mejor con los preceptos de bienestar animal (Mostaço et al. (2015).

En el presente estudio, la temperatura rectal y las temperaturas superficiales medidas en la cruz y espalda fueron similares en los grupos de cerdas evaluadas, mientras que la temperatura de la pierna fue mayor en las cerdas que consumieron dietas con 10% de fibra.

Budiño et al. (2014) encontró que las temperaturas medias de la piel diferían significativamente entre las cerdas alimentadas con las dietas baja y alta en fibra, presentando una temperatura cutánea de 34,20 y 33,36°C, respectivamente.

En el presente estudio, la frecuencia respiratoria fue menor en cerdas que consumieron dietas con 6% de fibra, mientras que las que consumieron dietas con 3 y 10% presentaron mayores frecuencias respiratorias. Según Pandorfi et al. (2008), cuando la frecuencia respiratoria es alta, la temperatura ambiente se acerca a la temperatura corporal, el calor se almacena en el organismo y la temperatura corporal aumenta por encima del rango normal. Esta respuesta es el resultado de la estimulación directa del centro de calor en el hipotálamo, que envía impulsos al sistema cardiorrespiratorio en un intento de eliminar el calor por evaporación mediante un aumento de la frecuencia respiratoria (Budiño et al., 2014). Esto sugiere que la mayor frecuencia respiratoria observada en las cerdas que consumieron dietas con 3 y 10% del presente estudio estaría influenciado por la temperatura ambiental, tal como sugiere las diferencias ambientales encontradas para las cerdas que consumieron dietas con 10% de fibra, pero no para las de 3% de FC. Budiño et al. (2014) no observaron diferencia significativa en la frecuencia respiratoria entre cerdas alimentadas con bajo y alto contenido de fibra en la dieta (2.7 y 3.1% FC).

Una duración corta del parto es importante para la supervivencia de los lechones, ya que un retraso puede aumentar el número de nacidos muertos (Oliveiro et al., 2010). Según Kovarna et al. (2020), cerdas con camadas menores de 14 lechones tienen un intervalo entre cada nacimiento del lechón de 25.9 min y una duración de parto de 294 min. Las cerdas del presente estudio tuvieron camadas promedio de siete lechones y mostraron intervalos de tiempo por nacimiento de 29 min con duración promedio del parto de 168 min.

Según el nivel de fibra dietaria, la duración del parto tendió a disminuir conforme el nivel de fibra en la dieta se incrementaba. Según Oliveiro, la constipación es uno de los

factores que influyen en la duración del parto. Las cerdas que consumieron dietas con 3% FC podrían haber tenido mayores problemas de constipación. Jiang et al. (2019) observaron que el contenido de agua en las heces de las cerdas que consumieron dietas con 7.5% FC eran superiores al de las cerdas que consumieron dietas con 2.5% FC, lo que sugiere que la dieta rica en fibra podría eliminar la gravedad del estreñimiento en las cerdas gestantes. Según estos autores, a medida que la cerda se acerca al parto el intestino es menos activo y la absorción de agua aumenta, las heces secas o incluso firmes son frecuentemente observadas en cerdas gestantes en la última etapa.

Una de las cerdas que consumieron dietas con 3% FC demoró en expulsar la placenta. Tres horas después de la expulsión del último lechón vivo, la cerda expulsó la placenta conteniendo un lechón muerto, que a la vez fue la única mortalidad registrada durante el experimento. Este episodio influyó sobre el promedio de duración del intervalo de nacimiento y duración del parto en el tratamiento de 3% FC.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

- El suministro de 10% de fibra en la dieta de cerdas criollas gestantes 10 días antes del parto aumento el tiempo de las cerdas en posición decúbito lateral y disminuyó el tiempo en la posición sentado o de pie, lo que sugiere mayores momentos de bienestar de la cerda.
- El consumo de dietas con 10% de fibra durante 10 días antes del parto pasaron menor tiempo lamiendo el piso y hurgando, y un mayor tiempo durmiendo.
- El nivel de fibra dietaria consumida durante 10 días antes del parto no influyó sobre la temperatura rectal y las temperaturas superficiales medidas en la cruz y espalda, aunque, la temperatura de la pierna fue mayor en cerdas que consumieron dietas con 10% de fibra.
- El consumo de dietas con 3% y 10% de fibra durante 10 días antes del parto presentaron mayor frecuencia respiratoria, aparentemente influenciado por la temperatura ambiental para las cerdas que consumieron 10% de fibra en la dieta.
- El nivel de fibra dietaria consumida durante 10 días antes del parto no influyó sobre el intervalo de nacimiento y duración de parto, aunque está última, tiende a ser menor conforme el nivel de fibra en la dieta aumenta.

6.2 Recomendaciones.

- Investigar los mismos parámetros evaluados con el mismo fenotipo, pero considerando último tercio de la gestación. Esto permitiría evaluar la influencia de la fibra dietaria sobre los parámetros reproductivos.
- Aumentar el número de réplicas por tratamiento.
- Utilizar tecnología de sensores para identificar el comportamiento animal.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adebowale, T.O., Yao, K., & Oso, A.O. (2019). Major cereal carbohydrates in relation to intestinal health of monogastric animals: A review. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 5(4), 331–339. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2019.09.001>
- Agyekum, A.K., & Nyachoti, C.M. (2017). Nutritional and Metabolic Consequences of Feeding High-Fiber Diets to Swine: A Review. *Engineering*, 3(5), 716–725. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.03.010>.
- Ashworth, C.J., Toma, L.M., & Hunter, M.G. (2009). Nutritional effects on oocyte and embryo development in mammals: implications for reproductive efficiency and environmental sustainability. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 364 (1534), 3351–3361. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0184>
- Bach Knudsen, K.E., Hedemann, M.S., & Lærke, H.N. (2012). The role of carbohydrates in intestinal health of pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 173, 41–53. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.020>
- Bernardino, T., Tatemoto, P., Moraes, J.E., Morrone, B., & Zanella, A.J. (2021). High fiber diet reduces stereotypic behavior of gilts but does not affect offspring performance. *Applied Animal Behaviour Science*, 243, 105433. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105433>.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, M., Sánchez, A., Torrescano, G., Arenas, M., & Ríos, F. (2011). Manual de análisis de calidad en muestras de carne. *Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico, 11*.
- Braun, R.O., & Cervellini, J. E. (2010). Producción Porcina: bienestar animal–salud y medio ambiente–etología–genética y calidad de carne–formación de recursos humanos– enseñanza de la disciplina en la universidad. *Nexo diNapóli*.
- Breed, M. D., & Moore, J. (2022). Chapter 1 - Of Cockroaches and Wolves: Framing Animal Behavior. In J.M. Breed (Ed.), *Animal Behavior* (pp. 1–27). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819558-1.00001-4>.
- Broom, D. M. (1983). Stereotypies as animal welfare indicators. *Current Topics in*

Veterinary Medicine and Animal Science, 23, 81-87.
https://doi.org/10.1007/978-94-009-6738-0_11

- Brown, M. J. & Winnicker, C. (2015). Chapter 39 - Animal Welfare. In J.G. Fox, L.C Anderson, G.M. Otto, K.R. Pritchett-Corning, M.T. Whary (Eds.), *American College of Laboratory Animal Medicine. Laboratory Animal Medicine* (pp. 1653-1672), Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409527-4.00039-0>.
- Brown-Brandl, T. M., Yanagi Júnior, T., Xin, H., Gates, R. S., Bucklin, R. A., & Ross, G.S. (2003). A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. *Applied Engineering in Agriculture*, 19(5), 583-589. <https://doi.org/10.13031/2013.15316>
- Budiño, F.E., Vieira, R.F., Mello, S. P., & Duarte, K.M. (2014). Behavior and performance of sows fed different levels of fiber and reared in individual cages or collective pens. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 86(4), 2109-2120. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201420140301>
- Capuano, E. (2017). The behavior of dietary fiber in the gastrointestinal tract determines its physiological effect. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57(16), 3543-3564. <https://doi.org/10.1080/10408398.2016.1180501>
- Cassar, G., Kirkwood, R. N., Seguin, M. J., Widowski, T. M., Farzan, A., Zanella, A. J., & Friendship, R. M. (2008). Influence of stage of gestation at grouping and presence of boars on farrowing rate and litter size of group-housed sows. *Journal of Swine Health and Production*, 16(2), 81-85.
- Che, L., Feng, D., Wu, D., Fang, Z., Lin, Y., & Yan, T. (2011). Effect of dietary fibre on reproductive performance of sows during the first two parities. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 46(6), 1061-1066. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2011.01787.x>
- Chen, H., Mao, X., Yin, J., Yu, B., He, J., Che, L., Yu, J., Huang, Z., Zheng, P., Michiels, J., De Smet, S., & Chen, D. (2015). Comparison of jejunal digestive enzyme activities, expression of nutrient transporter genes, and apparent fecal digestibility in weaned piglets fed diets with varied sources of fiber. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 24(1), 41-47. <https://doi.org/10.22358/jafs/65651/2015>

- De Blas, C., Gasa, J., Mateos, G.G., Madrid, U.P., & Barcelona, U.A. (2013). *NECESIDADES NUTRICIONALES PARA GANADO PORCINO NORMAS FEDNA (2ª edición)*. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.
- DeDecker, A.E., Hanson, A.R., Walker, P.M., & Salak-Johnson, J.L. (2014). Space allowance and high fiber diet impact performance and behavior of group-kept gestating sows. *Journal of animal science*, 92(4), 1666–1674. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6776>
- Flint, H.J., Duncan, S.H., Scott, K.P., & Louis, P. (2015). Links between diet, gut microbiota composition and gut metabolism. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 74(1), 13-22. <https://doi.org/10.1017/S0029665114001463>
- Fraser, D. (2018). 7 - Animal welfare: Translating science into practice. In J.A. Mench (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Advances in Agricultural Animal Welfare* (pp. 129-143). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101215-4.00007-9>.
- Gerrits, W.J.J., & Verstegen, M.W.A. (2006). *El papel de la fibra dietaria en la alimentación porcina*. XXII Curso de Especialización FEDNA, 19-35. https://www.adiveter.com/ftp_public/A32505%20Papel%20de%20la%20fibra%20dietetica%20en%20alimentacion%20porcina.pdf
- Gill, P.A., van Zelm, M.C., Muir, J.G., & Gibson, P.R. (2018). Review article: short chain fatty acids as potential therapeutic agents in human gastrointestinal and inflammatory disorders. *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 48(1), 15-34. <https://doi.org/10.1111/apt.14689>
- Gill, S.K., Rossi, M., Bajka, B., & Whelan, K. (2020). Dietary fibre in gastrointestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18, 101-116. <https://doi.org/10.1038/s41575-020-00375-4>
- Goumon, S., Leszkowová, I., Šimecková, M., & Illmann, G. (2018). Sow stress levels and behavior and piglet performances in farrowing crates and farrowing pens with temporary crating. *Journal of animal science*, 96(11), 4571-4578. <https://doi.org/10.1093/jas/sky324>

- Guan, G., Ding, S., Yin, Y., Duraipandiyar, V., Al-Dhabi, N. A., & Liu, G. (2019). Macleaya cordata extract alleviated oxidative stress and altered innate immune response in mice challenged with enterotoxigenic Escherichia coli. *Science China. Life sciences*, 62(8), 1019-1027. <https://doi.org/10.1007/s11427-018-9494-6>
- Guo, Q., Li, F., Duan, Y., Wen, C., Wang, W., Zhang, L., Huang, R., & Yin, Y. (2020). Oxidative stress, nutritional antioxidants and beyond. *Science China. Life sciences*, 63(6), 866-874. <https://doi.org/10.1007/s11427-019-9591-5>
- Haas, C., dos Santos, M., Rovani, M., dos Santos, J.T., Mellagi, A.P., Bortolozzo, F.P., Gasperin, B.G., & Gonçalves, P.B. (2017). Prepartum progestagen supplementation in swine: a strategy to facilitate piglet care and prevent early parturition. *Ciência Rural*, 47, 11, e20170380. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20170380>
- Henningson, Å., Björck, I. & Nyman, M. (2001). Short-chain fatty acid formation at fermentation of indigestible carbohydrates. *Näringsforskning* 45, 165-168. <https://doi.org/10.3402/fnr.v45i0.1801>
- Hiippala, K., Jouhten, H., Ronkainen, A., Hartikainen, A., Kainulainen, V., Jalanka, J., & Satokari, R. (2018). The Potential of Gut Commensals in Reinforcing Intestinal Barrier Function and Alleviating Inflammation. *Nutrients*, 10(8), 988. <https://doi.org/10.3390/nu10080988>
- Hill, R.W., Wyse, G.A., & Anderson, M. (2012). *Fisiología animal*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Huang, X., Gao, J., Zhao, Y., He, M., Ke, S., Wu, J., Zhou, Y., Fu, H., Yang, H., Chen, C., & Huang, L. (2019). Dramatic Remodeling of the Gut Microbiome Around Parturition and Its Relationship With Host Serum Metabolic Changes in Sows. *Frontiers in microbiology*, 10, 2123. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.02123>
- Instituto de Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2012). IV Censo nacional agropecuario. Sistema de consulta de resultados censales. Lima-Perú. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
- Jarrett, S., & Ashworth, C.J. (2018). The role of dietary fibre in pig production, with a particular emphasis on reproduction. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 9. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0270-0>

- Jiang, X., Lu, N., Xue, Y., Liu, S., Lei, H., Tu, W., Lu, Y., & Xia, D. (2019). Crude fiber modulates the fecal microbiome and steroid hormones in pregnant Meishan sows. *General and comparative endocrinology*, 277, 141-147.
<https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2019.04.006>
- Kang, J., Yin, S., Liu, J., Li, C., Wang, N., Sun, J., Li, W., He, J., Guo, Q., & Cui, S.W. (2022). Fermentation models of dietary fibre in vitro and in vivo - A review. *Food Hydrocolloids*, 131, 107685. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107685>.
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From Dietary Fiber to Host Physiology: Short-Chain Fatty Acids as Key Bacterial Metabolites. *Cell*, 165(6), 1332-1345.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.05.041>
- Koscinczuk, P. (2014). Ambiente, adaptación y estrés. *Revista veterinaria*, 25(1), 67-76. <http://dx.doi.org/10.30972/vet.251555>
- Kovarna, M., Perez-Palencia, J. Y., & Levesque, C. L. (2020). PSI-9 Factors associated with birthing interval and total farrowing duration in sows and gilts within a production setting. *Journal of Animal Science*, 98(3), 231.
<https://doi.org/10.1093/jas/skaa054.404>
- Kumar, V., Sinha, A. K., Makkar, H. P., de Boeck, G., & Becker, K. (2012). Dietary roles of non-starch polysaccharides in human nutrition: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52(10), 899-935.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2010.512671>
- Lawrence, A.B., & Terlouw, E.M. (1993). A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behaviors in pigs. *Journal of Animal Science*, 71(10), 2815-2825.
<https://doi.org/10.2527/1993.71102815x>
- Levine, U.Y., Looft, T., Allen, H.K., & Stanton, T. B. (2013). Butyrate-producing bacteria, including mucin degraders, from the swine intestinal tract. *Applied and environmental microbiology*, 79(12), 3879-3881.
<https://doi.org/10.1128/AEM.00589-13>
- Li, H., Yin, J., Tan, B., Chen, J., Zhang, H., Li, Z., & Ma, X. (2021). Physiological function and application of dietary fiber in pig nutrition: A review. *Journal*

Animal Nutrition, 7, 259-267. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.11.011>

Li, Y., Liu, H., Zhang, L., Yang, Y., Lin, Y., Zhuo, Y., Fang, Z., Che, L., Feng, B., Xu, S., Li, J., & Wu, D. (2019). Maternal Dietary Fiber Composition during Gestation Induces Changes in Offspring Antioxidative Capacity, Inflammatory Response, and Gut Microbiota in a Sow Model. *International journal of molecular sciences*, 21(1), 31.

<https://doi.org/10.3390/ijms21010031>

Liu, H., Hou, C., Li, N., Zhang, X., Zhang, G., Yang, F., Zeng, X., Liu, Z., & Qiao, S. (2019). Microbial and metabolic alterations in gut microbiota of sows during pregnancy and lactation. *FASEB journal: official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 33(3), 4490-4501.

<https://doi.org/10.1096/fj.201801221RR>

Louis, P., Scott, K.P., Duncan, S.H., & Flint, H.J. (2007). Understanding the effects of diet on bacterial metabolism in the large intestine. *Journal of applied microbiology*, 102(5), 1197-1208.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03322.x>

Makki, K., Deehan, E. C., Walter, J., & Bäckhed, F. (2018). The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell host & microbe*, 23(6), 705-715. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2018.05.012>

Martínez-Burnes, J., Muns, R., Barrios-García, H., Villanueva-García, D., Domínguez- Oliva, A., & Mota-Rojas, D. (2021). Parturition in Mammals: Animal Models, Pain and Distress. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(10), 2960.

<https://doi.org/10.3390/ani11102960>

McDonald, P., Edwards, L.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.A., & Wilkinson, R.G. (2010). *Animal Nutrition*. New York, EUA: Pearson.

Meunier-Salaün, M.C., Gort, F., Prunier, A., & Schouten, W.P.G. (1991). Behavioural patterns and progesterone, cortisol and prolactin levels around parturition in European (Large-White) and Chinese (Meishan) sows, *Applied Animal Behaviour Science*, 31(1-2),43-59. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(91\)90152-N](https://doi.org/10.1016/0168-1591(91)90152-N).

Mithieux G. (2014). Metabolic effects of portal vein sensing. *Diabetes, obesity &*

metabolism, 16 Suppl 1, 56-60. <https://doi.org/10.1111/dom.12338>

- Moberg, G.P. (2000) Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: Moberg, G.P. and Mench, J.A., Eds., *The Biology of Animal Stress: Basic Principle and Implications for Animal Welfare*, CABI Publishing, London, 1-21. <https://doi.org/10.1079/9780851993591.0001>
- Mostaço, G.M., Miranda, K.O., Condotta, I.C., & Salgado, D.A. (2015). Determination of piglets' rectal temperature and respiratory rate through skin surface temperature under climatic chamber conditions. *Engenharia Agrícola*, 35(6), 979-989. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n6p979-989/2015>.
- Nunes, M.L.A., Miranda, K.O.S., Demski, J.B., & Almeida, J.G.R. (2012). Pontos-críticos e desafios do bem-estar de matrizes suínas em gestação: o uso de cama como alternativa produtiva. *PUBVET*, 6(24), 1-25. <https://www.pubvet.com.br/uploads/37003c6ae78d9a9fc4613e49fcd562b2.pdf>
- Ocepek, M., & Andersen, I.L. (2018). Sow communication with piglets while being active is a good predictor of maternal skills, piglet survival and litter quality in three different breeds of domestic pigs (*Sus scrofa domesticus*). *PLoS One*, 13(11), e0206128. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206128>.
- Oelke, C.A., Bernardi, M.L., Nunes, P.R., Weber, N.C., Veit, F.C., Ribeiro, A.M.L. (2018). Physiological and behavioral response of sows fed with different levels of dietary fiber during gestation. *Journal of Veterinary Behavior*, 28, 54-57. <https://doi.org/10.1016/j.jveb.2018.08.006>.
- Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., & Peltoniemi, O. (2010). Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal reproduction science*, 119(1-2), 85-91.
- Pandorfi, H., Silva, I. J. O., Sarnighausen, V. C. R., Vieira, F. M. C., Nascimento, S. T., & Guiselini, C. (2011). Use of artificial neural networks on the prediction of zootechnical indexes on gestation and farrowing stages of swines. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 676-681.
- Pandorfi, H., da Silva, I.J.O. & Piedade, S.M.S. (2008). Thermal comfort for pregnant sows housed in individual and group stalls. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(3), 326-332. <https://doi.org/10.1590/S1415->

[43662008000300015](https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1690363)

- Patil, Y., Gooneratne, R., & Ju, X.H. (2020). Interactions between host and gut microbiota in domestic pigs: a review. *Gut microbes*, *11*(3), 310-334. <https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1690363>
- Pujada, H. N., Maguiña, R. M., Luis, D. B., & Airahuacho, F. E. (2018). Caracterización morfológica del cerdo Criollo Alto Andino. *Infinitum.*, *8*(1). <https://doi.org/10.51431/infinitum.v8i1.460>
- R Core Team (2021). *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.1) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from MRAN snapshot 2022-01-01).
- Ragsdale S.W. (2006). Metals and their scaffolds to promote difficult enzymatic reactions. *Chemical reviews*, *106*(8), 3317–3337. <https://doi.org/10.1021/cr0503153>
- Rijnen, M.M., Verstegen, M.W., Heetkamp, M.J., & Schrama, J.W. (2003). Effects of two different dietary fermentable carbohydrates on activity and heat production in group- housed growing pigs. *Journal of animal science*, *81*(5), 1210-1219. <https://doi.org/10.2527/2003.8151210x>
- Salonen, A., Lahti, L., Salojärvi, J., Holtrop, G., Korpela, K., Duncan, S.H., Date, P., Farquharson, F., Johnstone, A. M., Lobley, G.E., Louis, P., Flint, H.J., & de Vos, W.M. (2014). Impact of diet and individual variation on intestinal microbiota composition and fermentation products in obese men. *The ISME journal*, *8*(11), 2218-2230. <https://doi.org/10.1038/ismej.2014.63>
- Sapkota, A., Marchant-Forde, J.N., Richert, B.T., & Lay, D.C. (2016). Including dietary fiber and resistant starch to increase satiety and reduce aggression in gestating sows. *Journal of animal science*, *94*(5), 2117-2127. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0013>
- Sappok, M.A., Pérez Gutiérrez, O., Smidt, H., Pellikaan, W.F., Verstegen, M.W., Bosch, G., & Hendriks, W.H. (2015). Adaptation of faecal microbiota in sows after diet changes and consequences for in vitro fermentation capacity. *Animal: an international journal of animal bioscience*, *9*(9), 1453-1464.

<https://doi.org/10.1017/S1751731115000865>

Sekiguchi, T., & Koketsu, Y. (2004). Behavior and reproductive performance by stalled breeding females on a commercial swine farm. *Journal of animal science*, 82(5), 1482–1487. <https://doi.org/10.2527/2004.8251482x>

Serena, A., Jørgensen, H., & Bach Knudsen, K.E. (2009). Absorption of carbohydrate- derived nutrients in sows as influenced by types and contents of dietary fiber. *Journal of animal science*, 87(1), 136–147. <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0714>

Smith, P.M., Howitt, M.R., Panikov, N., Michaud, M., Gallini, C.A., Bohlooly-Y, M., Glickman, J. N., & Garrett, W. S. (2013). The microbial metabolites, short-chain fatty acids, regulate colonic Treg cell homeostasis. *Science (New York, N.Y.)*, 341(6145), 569-573. <https://doi.org/10.1126/science.1241165>

Soret, R., Chevalier, J., De Coppet, P., Poupeau, G., Derkinderen, P., Segain, J.P., & Neunlist, M. (2010). Short-chain fatty acids regulate the enteric neurons and control gastrointestinal motility in rats. *Gastroenterology*, 138(5), 1772-1782. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2010.01.053>

Sun, H.Q., Tan, C.Q., Wei, H. K., Zou, Y., Long, G., Ao, J.T., Xue, H. X., Jiang, S.W., &

Peng, J. (2015). Effects of different amounts of konjac flour inclusion in gestation diets on physio-chemical properties of diets, postprandial satiety in pregnant sows, lactation feed intake of sows and piglet performance. *Animal reproduction science*, 152, 55–64. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2014.11.003>

Tacer-Caba, Z., & Nilufer-Erdil, D. (2019). Resistant Starch. In L. Melton, F. Shahidi, P. Varelis (Eds.), *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp. 571-575). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22407-4>.

Tan, C.Q., Sun, H.Q., Wei, H.K., Tan, J.J., Long, G., Jiang, S.W., & Peng, J. (2018). Effects of soluble fiber inclusion in gestation diets with varying fermentation characteristics on lactational feed intake of sows over two successive parities. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 12(7), 1388-1395.

<https://doi.org/10.1017/S1751731117003019>

The jamovi project (2022). *jamovi*. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

- Tian, M., Chen, J., Liu, J., Chen, F., Guan, W., & Zhang, S. (2020). Dietary fiber and microbiota interaction regulates sow metabolism and reproductive performance. *Animal nutrition (Zhongguo xu mu shou yi xue hui)*, 6(4), 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.10.001>
- Valros, A., Rundgren, M., Špinko, M., Saloniemi, H., & Algers, B. (2003). Sow activity level, frequency of standing-to-lying posture changes and anti-crushing behaviour—within sow-repeatability and interactions with nursing behaviour and piglet performance. *Applied Animal Behaviour Science*, 83(1), 29-40. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(03\)00109-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(03)00109-6).
- Vieira, R.D. (2012). *Comportamento e desempenho de porcas arraçadas com diferentes níveis de fibra e criadas em gaiolas ou baias* (tesis de maestria). Recuperado de <http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1333365831.pdf>
- Vital, M., Penton, C.R., Wang, Q., Young, V.B., Antonopoulos, D.A., Sogin, M.L., Morrison, H.G., Raffals, L., Chang, E.B., Huffnagle, G.B., Schmidt, T.M., Cole, J. R., & Tiedje, J.M. (2013). A gene-targeted approach to investigate the intestinal butyrate-producing bacterial community. *Microbiome*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.1186/2049-2618-1-8>
- Von Holst, D. (1998). The Concept of Stress and Its Relevance for Animal Behavior. *Stress and Behavior*, 1–131. [https://doi.org/10.1016/s0065-3454\(08\)60362-9](https://doi.org/10.1016/s0065-3454(08)60362-9)
- Wu, J, Xiong, Y, Zhong, M, Li, Y., Wan, H., Wu, D., Liu, O. (2020). Effects of purified fibre-mixture supplementation of gestation diet on gut microbiota, immunity and reproductive performance of sows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104: 1144-1154. <https://doi.org/10.1111/jpn.13287>
- Zhao, J., Wang, J., & Zhang, S. (2021). Dietary fiber - A double-edged sword for balanced nutrition supply and environment sustainability in swine industry: A meta-analysis and systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 315, 128130. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128130>.
- Zhou, P., Zhao, Y., Zhang, P., Li, Y., Gui, T., Wang, J., Jin, C., Che, L., Li, J., Lin, Y., Xu, S., Feng, B., Fang, Z., & Wu, D. (2017). Microbial Mechanistic Insight into the Role of Inulin in Improving Maternal Health in a Pregnant

Sow Model. *Frontiers in microbiology*, 8, 2242.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.02242>

Zijlstra, R.T., Jha, R., Woodward, A.D., Fouhse, J., & van Kempen, T.A. (2012). Starch and fiber properties affect their kinetics of digestion and thereby digestive physiology in pigs. *Journal of animal science*, 90 Suppl 4, 49-58.
<https://doi.org/10.2527/jas.53718>

ANEXOS

Anexo I. Variables de posición.

Kruskal-Wallis para posturas

	χ^2	gl	p
Reclinación Lateral	6,981	2	0,030
Reclinación Ventral	0,491	2	0,782
Sentado	1,385	2	0,500
Pie	10,475	2	0,005

Comparaciones dos a dos Dwass-Steel-Critchlow-Fligner para posturas

Comparaciones entre parejas - Reclinación Lateral

		W	p
10% FC	3% FC	-3,373	0,045
10% FC	6% FC	-0,799	0,839
3% FC	6% FC	2,924	0,097

Comparaciones entre parejas – Posición de pie

		W	p
10% FC	3% FC	-0,730	0,864
10% FC	6% FC	2,995	0,086
3% FC	6% FC	4,203	0,008

Anexo II. Variables de comportamiento.

Kruskal-Wallis para estereotipos

	χ^2	gl	p
Ausencia de Estereotipo	6,71	2	0,035
Agua Potable	5,06	2	0,079
Piso Lamiendo	1,91	2	0,385
Masticar al vacío	2,13	2	0,345
Hurgando	2,53	2	0,282
Durmiendo	7,24	2	0,027
Lamer Canal	5,62	2	0,060

Comparaciones dos a dos Dwass-Steel-Critchlow-Fligner para estereotipos

Comparaciones entre parejas - Ausencia de Estereotipo

	W	P
10% FC 3% FC	-3,49	0,036
10% FC 6% FC	-2,23	0,255
3% FC 6% FC	1,81	0,405

Comparaciones entre parejas – Visita bebedero

	W	P
10% FC 3% FC	-3,11	0,072
10% FC 6% FC	-1,16	0,691
3% FC 6% FC	2,04	0,320

Comparaciones entre parejas - Durmiendo

	W	P
10% FC 3% FC	-1,11	0,712
10% FC 6% FC	-3,78	0,021
3% FC 6% FC	-2,36	0,218

Comparaciones entre parejas - Lamer comedero

	W	P
10% FC 3% FC	-2,50	0,182
10% FC 6% FC	1,00	0,759
3% FC 6% FC	3,00	0,086

Anexo III. Variables fisiológicas.

Kruskal-Wallis para temperaturas corporales

χ^2	gl	p
T° Ambiental	10,0	2 0,007
T° Rectal	3,62	2 0,163
T° De la Cruz	4,546	2 0,103
T° Espalda	0,498	2 0,780
T° Pierna	8,582	2 0,014
Frecuencia respiratoria	23,2	2 <,001

Comparaciones dos a dos Dwass-Steel-Critchlow-Fligner

Comparaciones entre parejas - T° ambiental

	W	P
10% FC 3% FC	-3,8282	0,019
10% FC 6% FC	-3,9108	0,016
3% FC 6% FC	-0,0966	0,997

Comparaciones entre parejas - T° Pierna

	W	P
10% FC 3% FC	-2,49	0,184
10% FC 6% FC	-4,04	0,012
3% FC 6% FC	-1,78	0,418

Comparaciones entre parejas – Frecuencia respiratoria

	W	p
3% FC 6% FC	-5,15	<,001
3% FC 10% FC	2,07	0,310
6% FC 10% FC	6,24	<,001

Anexo IV. Intervalo de nacimiento y duración de parto.

Anova para intervalo de lechones, min

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Nivel de fibra	2,89	2	1,44	0,245	0,790
Residuos	35,33	6	5,89		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
1,29	2	6	0,341

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	P
0,837	0,053

Anova para duración del parto, min

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Nivel de fibra	16106	2	8053	4,85	0,056
Residuos	9971	6	1662		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	P
0,0200	2	6	0,980

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

F	gl1	gl2	P
Estadístico			P

0,893 0,215

Comparaciones Post Hoc de Tukey

Nivel de fibra	Nivel de fibra	Diferencia de Medias	EE	gl	t	ptukey
10% FC	3% FC	-103,3	33,3	6,00	-3,10	0,048
	6% FC	-58,3	33,3	6,00	-1,75	0,263
3% FC	6% FC	45,0	33,3	6,00	1,35	0,421

Anexo V. Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria en cerdas criollas gestantes 10 días antes del parto, sobre la Variables de posición.

Días	Nivel fibra	Reclinación Lateral	Reclinación Ventral	Posición sentado	Posición de pie	de
3 d pre parto	3% FC	50,0	37,5	25,0	50,0	
	6% FC	50,0	33,0	41,5	50,0	
	10% FC	50,0	100,0	31,0	41,5	
2 d pre parto	3% FC	29,0	25,0	29,0	25,0	
	6% FC	50,0	29,0	37,5	50,0	
	10% FC	38,0	38,0	20,0	20,0	
1d pre parto	3% FC	30,0	33,0	29,0	27,0	
	6% FC	41,5	50,0	41,5	50,0	
	10% FC	44,0	42,0	33,0	25,0	
1 d pos parto	3% FC	33,0	33,0	21,0	25,0	
	6% FC	45,0	28,0	19,0	29,0	
	10% FC	58,5	33,0	37,5	50,0	
2 d pos parto	3% FC	36,5	40,0	33,0	31,0	
	6% FC	36,5	20,0	24,5	33,0	
	10% FC	100,0	25,0	25,0	37,5	
3 d pos parto	3% FC	35,5	40,0	25,0	27,0	
	6% FC	41,5	41,5	40,0	50,0	
	10% FC	38,0	33,0	19,5	33,0	

Anexo VI. Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria en cerdas criollas gestantes 10 días antes del parto, sobre las variables de comportamiento.

Días	Nivel FC	Ausencia Estereotipo	Visita bebedero	Masticar al vacío	Hurgando	Durmiendo	Lamer piso	Lamer comedero
3 d pre parto	3%	29,0	27,0	29,5	15,0	22,0	40,0	25,0
	6%	46,5	12,5	57,0	26,0	14,0	7,0	NaN
	10%	41,5	17,0	14,0	40,0	44,0	41,5	22,5
2 d pre parto	3%	33,0	9,0	26,0	28,5	41,5	67,0	6,5
	6%	33,0	21,0	20,0	9,0	36,0	30,0	NaN
	10%	41,5	25,0	75,0	NaN	33,0	25,0	77,5
1 d pre parto	3%	13,5	8,0	26,0	28,5	34,0	20,0	17,0
	6%	22,0	14,5	27,0	14,5	50,0	21,5	NaN
	10%	43,0	25,0	22,0	30,5	40,0	17,0	29,0
1 d pos parto	3%	50,0	17,0	18,0	NaN	25,0	25,0	30,5
	6%	43,0	38,0	15,0	10,0	33,0	13,5	36,5
	10%	50,0	29,0	52,0	14,0	33,0	33,0	NaN
2 d pos parto	3%	18,0	19,0	29,0	33,0	25,0	11,0	27,0
	6%	33,0	25,0	33,0	14,0	41,5	15,5	33,0
	10%	49,0	25,0	9,5	22,0	17,0	75,0	25,0
3 d pos parto	3%	61,5	15,5	17,0	50,0	25,0	33,0	NaN
	6%	46,5	20,0	36,5	50,0	33,0	25,0	33,0
	10%	67,0	33,0	NaN	NaN	NaN	26,5	NaN

Anexo VII. Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria en cerdas criollas gestantes 10 días antes del parto, sobre variables fisiológicas.

Días	Nivel fibra	T° rectal	T° de la cruz	T° espalda	T° pierna	Frecuencia respiratoria
3 d pre parto	3% FC	37,0	36,2	36,1	35,3	33,0
	6% FC	38,0	35,9	35,5	34,5	28,0
	10% FC	38,0	36,3	34,0	34,3	28,0
2 d pre parto	3% FC	37,0	36,3	36,3	35,8	32,0
	6% FC	37,0	35,6	35,2	35,2	17,0
	10% FC	38,0	36,1	35,1	34,8	39,0
2 d pre parto	3% FC	38,0	36,2	36,1	35,1	33,0
	6% FC	38,0	36,4	36,2	36,2	25,0
	10% FC	37,0	36,4	36,4	36,5	36,0
1 d pos parto	3% FC	38,0	36,2	36,2	36,3	29,0
	6% FC	38,0	36,3	36,5	35,5	27,0
	10% FC	38,0	36,5	36,4	36,5	46,0
2 d pos parto	3% FC	39,0	36,0	36,3	36,4	28,0
	6% FC	38,0	36,5	36,0	35,5	25,0
	10% FC	38,0	36,5	36,6	36,5	48,0
3 d pos parto	3% FC	39,0	36,3	36,4	34,5	39,0
	6% FC	39,0	36,2	36,3	35,0	30,0
	10% FC	38,0	36,4	36,5	35,8	37,0

Anexo VIII. Efecto del suministro de diferentes niveles de fibra dietaria en cerdas criollas gestantes 10 días antes del parto, sobre intervalo de nacimiento.

Nivel de fibra	Parto			Lechones nacidos	Intervalo de nacimiento, min
	Inicio	Final	Duración		
3% FC	2:41:32	6:41:00	03:59:28	8	29,9
	18:32:15	22:35:10	04:02:55	7	35
	9:30:20	12:20:00	02:49:40	3	57
6% FC	10:20:20	13:25:10	03:04:50	7	26
	1:47:21	5:10:30	03:23:09	9	23
	11:53:30	14:02:40	02:09:10	6	22
10% FC	18:25:01	21:05:10	02:40:09	8	20
	22:43:00	23:58:40	01:15:40	8	9
	18:09:00	19:55:00	01:46:00	3	35