



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EFFECTO DEL INCREMENTO DEL ALIMENTO EN LA ÚLTIMA ETAPA  
DE GESTACIÓN SOBRE EL PESO DEL LECHÓN AL NACIMIENTO**

**GALLO PESANTEZ MISHELLE ALEXANDRA  
MEDICA VETERINARIA**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**EFFECTO DEL INCREMENTO DEL ALIMENTO EN LA ÚLTIMA  
ETAPA DE GESTACIÓN SOBRE EL PESO DEL LECHÓN AL  
NACIMIENTO**

**GALLO PESANTEZ MISHELLE ALEXANDRA  
MEDICA VETERINARIA**

**MACHALA  
2024**



**UTMACH**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA**

**TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**EFECTO DEL INCREMENTO DEL ALIMENTO EN LA ÚLTIMA  
ETAPA DE GESTACIÓN SOBRE EL PESO DEL LECHÓN AL  
NACIMIENTO**

**GALLO PESANTEZ MISHELLE ALEXANDRA  
MEDICA VETERINARIA**

**SANCHEZ QUINCHE ANGEL ROBERTO**

**MACHALA  
2024**



# EFFECTO DEL INCREMENTO EN EL ALIMENTO EN LA ULTIMA ETAPA DE GESTIÓN SOBRE EL PESO DEL LECHÓN

**< 1%**  
Textos sospechosos



**0% Similitudes**  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas

**< 1% Idiomas no reconocidos**

**Nombre del documento:** EFECTO DEL INCREMENTO EN EL ALIMENTO EN LA ULTIMA ETAPA DE GESTIÓN SOBRE EL PESO DEL LECHÓN.pdf  
**ID del documento:** ffc7212dd85f5a71bf11661fa3a5762de3197ce1  
**Tamaño del documento original:** 145,1 kB  
**Autores:** []

**Depositante:** Sánchez Quinche Angel Roberto  
**Fecha de depósito:** 4/2/2025  
**Tipo de carga:** interface  
**fecha de fin de análisis:** 4/2/2025

**Número de palabras:** 5152  
**Número de caracteres:** 33.241

Ubicación de las similitudes en el documento:

---

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, GALLO PESANTEZ MISHELLE ALEXANDRA, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado EFECTO DEL INCREMENTO DEL ALIMENTO EN LA ÚLTIMA ETAPA DE GESTACIÓN SOBRE EL PESO DEL LECHÓN AL NACIMIENTO, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



GALLO PESANTEZ MISHELLE ALEXANDRA

0706979903

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por guiarme y cuidarme en todo momento, y a mi familia, en especial a mi amada madre Nelly Pesantez, quien se ha esforzado tanto a lo largo de mi vida, apoyándome e impulsándome a alcanzar cada objetivo que me he propuesto, a mi tío Diego Pesantez y mi abuela materna Elvia González, quienes fueron parte fundamental de este camino, los aprecio y valoro mucho lo que han aportado a mi vida. Y se lo dedico a mi mejor amiga Majo, quién siempre ha estado ahí para mí.

Se lo dedico a mi bisabuela materna que ya no está conmigo, Zoila Jiménez, siempre estuvo alentándome a superarme, sé que desde el cielo ves este logro. También se lo dedico, cada familiar que ha estado en el trayecto de mi vida, motivándome a siempre seguir adelante.

Dedico mi tesis a mis amadas mascotas, a mi gata Linda quien estuvo en cada traspasada junto a mí, a mis perros Bella, Tigre y Panda, que me han enseñado lo que es amor, y a todas mis mascotas que tristemente ya no están conmigo pero que siempre llevaré en mi corazón.

A mi tutor de tesis Ángel Sánchez, por ser un gran maestro con vocación a lo largo de mi vida estudiantil, por su paciencia, dedicación y guía para la finalización de este proyecto. Y a cada uno de los docentes, que me hicieron amar la carrera.

También dedico este trabajo, a mi pareja Rafael Fernández, el cual me ha apoyado en varios sentidos de mi vida incondicionalmente, así mismo, a su familia, que aprecio mucho y agradezco todo lo que han hecho por mí.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi luz en cada paso que he dado, agradezco nuevamente a mi familia materna por su empeño en verme superar cada meta y ayudarme a cumplir este objetivo, a mi familia paterna quien también estuvo presente en el camino, en especial a mi tía Judith Romero, por su incondicional cariño y bondad, de igual manera a mi padre José Luis Gallo.

Agradezco a mi mejor amiga Majo, quien conozco hace casi 10 años y ha estado en cada etapa de mi vida, aconsejándome y apoyándome en cada decisión que he tomado. Agradezco a todos los amigos que he hecho a lo largo de mi vida estudiantil por su cariño, carisma, y compañía.

## INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	1
AGRADECIMIENTO .....	2
ABSTRACT .....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1.    Objetivo General .....	10
1.1.1.    Objetivos Específicos.....	10
1.2.    Cerdas en Gestación.....	11
1.3.    Fisiología de la gestación en cerdas .....	11
1.4.    Nutrición y requerimientos energéticos en cerdas gestantes .....	12
1.5.    Efecto de la dieta nutricional materna en el crecimiento del feto.....	15
1.6.    Efecto del incremento de la alimentación en la última etapa de gestación.....	16
1.7.    Peso del lechón al nacer y factores que lo afectan.....	17
1.7.1.    Estudios previos sobre el peso de los lechones .....	17
1.8.    Influencia del Peso corporal inicial en el peso corporal al destete .....	18
1.9.    Mecanismos fisiológicos involucrados en cerdas gestantes .....	18
1.10.    Impacto a largo plazo del incremento alimenticio.....	19
1.11.    Incremento gradual del alimento en cerdas en gestación.....	20
1.12.    Monitoreo y ajuste de la condición corporal en cerdas gestantes.....	20
1.13.    Estrategias de alimentación específicas.....	22
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1.    Materiales y equipos.....	23
2.2.    Metodología .....	23
2.2.1.    Metodología de campo.....	23
2.2.2.    Identificación y manejo de las cerdas gestantes .....	23
2.2.3.    Selección de cerdas gestantes .....	23
2.2.4.    Traslado al área de maternidad .....	24
2.2.5.    Grupos experimentales.....	24
2.2.6.    Pesaje de las cerdas y los lechones .....	25
2.2.7.    Registro de datos.....	25
2.3.    Localización del estudio.....	25
2.3.1.    Población y muestra.....	26
2.3.2.    Variable Analizadas .....	26
2.4.    Medición de Variables .....	26
2.4.1.    Peso de los lechones al nacer .....	26
2.4.3.    Peso de las reproductoras después de parir .....	27

2.4.4.	Diferencia de peso en las reproductoras.....	27
2.5.	Análisis Estadístico .....	27
2.5.1.	Modelo matemático empleado .....	27
2.5.2.	Hipótesis .....	28
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
3.1.	Análisis para determinar diferencia de peso de los lechones al nacimiento .....	29
3.1.1.	Pesos de las reproductoras antes de parir.....	29
3.1.2.	Peso de las reproductoras después de parir .....	30
3.1.3.	Diferencia de peso de las reproductoras.....	31
3.1.4.	Pesos de los lechones al nacer .....	33
4.	CONCLUSIONES .....	35
5.	RECOMENDACIONES.....	36
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
7.	ANEXOS.....	43

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Promedio del peso de las reproductoras antes de parir según los tratamientos, con su intervalo de confianza.....	28
Tabla 2. Promedio del peso de las reproductoras después de parir según los tratamientos, con su intervalo de confianza.....	29
Tabla 3. Promedio de la diferencia de peso de las reproductoras según los tratamientos, con su intervalo de confianza.....	31
Tabla 4. Promedio del peso de los lechones según los tratamientos, con su intervalo de confianza.....	32

## INDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1.</b> Promedio del peso de reproductoras antes de parir.....	30
<b>Gráfico 2.</b> Promedio del peso de reproductoras después de parir .....	31
<b>Gráfico 3.</b> Promedio de la diferencia de peso de las reproductoras.....	33
<b>Gráfico 4</b> Promedio del peso de los lechones .....	34

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del aumento en la ración alimenticia en la última etapa de la gestación sobre el peso al nacimiento de los lechones. La investigación se desarrolló en la Granja Santa Inés perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, empleando un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos: T1 (alimentación estándar) y T2 (incremento del 25 % en la dieta diaria). Se trabajó con 13 cerdas gestantes, analizando variables como el peso de los lechones al nacer, el peso materno antes y después del parto, así como la variación de peso entre estos momentos. Para el análisis estadístico se utilizó un DCA, aplicando un análisis ANOVA previo a los supuestos de normalidad y homogeneidad a las variables estudiadas, para establecer las diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba LSD de Fisher, con un nivel de confianza del 95 %, todos los datos fueron evaluados mediante el programa estadístico *Statgraphics Centurión XV.I®*. Los resultados mostraron que los lechones nacidos de cerdas en T2 presentaron un peso significativamente mayor en comparación con T1 ( $p < 0,05$ ). Sin embargo, el incremento en la ingesta alimenticia no generó cambios estadísticamente significativos en el peso materno pre y postparto, lo que sugiere que el organismo de la cerda reguló la distribución de los nutrientes sin provocar un aumento sustancial en su peso corporal. Se concluye que incrementar la alimentación en la fase final de la gestación puede ser una estrategia viable para mejorar el peso al nacimiento de los lechones sin comprometer la condición corporal de la madre. No obstante, se recomienda evaluar en estudios futuros su impacto en la eficiencia reproductiva a largo plazo y en la producción de leche durante la lactancia, con el fin de optimizar las estrategias nutricionales en cerdas gestantes.

**Palabras clave:** nutrición materna, peso al nacimiento, cerdas gestantes, alimentación porcina, producción animal.

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of increased feed intake during the final stage of gestation on piglet birth weight. The research was conducted at Santa Inés Farm, part of the Technical University of Machala, using a completely randomized design with two treatments: T1 (standard feeding) and T2 (25% increase in daily diet). A total of 13 pregnant sows were studied, analyzing variables such as piglet birth weight, maternal weight before and after farrowing, and weight variation between these moments. For statistical analysis, a DCA was applied, using ANOVA after verifying normality and homogeneity assumptions. Fisher's LSD test was used to determine significant differences between treatment means, with a 95% confidence level. Data were processed using the *Statgraphics Centurion XV.I*® software. The results indicated that piglets from sows in T2 had a significantly higher birth weight than those in T1 ( $p < 0.05$ ). However, increased feed intake did not result in statistically significant changes in maternal weight before and after farrowing, suggesting that sows regulated nutrient distribution without substantial body weight gain. It is concluded that increasing feed intake during late gestation may be a viable strategy to improve piglet birth weight without negatively affecting the sow's body condition. However, further research is recommended to assess its long-term effects on reproductive efficiency and milk production during lactation, aiming to optimize nutritional strategies for pregnant sows.

**Keywords:** maternal nutrition, birth weight, pregnant sows, swine feeding, animal production.

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción porcina es una actividad económica de gran importancia a nivel mundial, siendo la carne porcina, entre las proteínas de origen animal, la más demandada en la alimentación humana. En este contexto, la optimización de los parámetros productivos de las cerdas y sus lechones resulta fundamental para garantizar la eficiencia y rentabilidad de la industria.

El peso al nacer de un lechón es un factor crucial en su supervivencia, desarrollo y rendimiento posterior. Numerosas investigaciones científicas han evidenciado que hay una correlación directa entre el peso inicial y el peso al destete, el ritmo de crecimiento y la condición de la carne al final de su ciclo productivo, el sacrificio.

Las últimas cuatro semanas de gestación representan una fase crucial en el desarrollo del lechón, caracterizada por un crecimiento acelerado y altos requerimientos nutricionales. Durante este período, los nutrientes son esenciales para la organogénesis, el desarrollo musculoesquelético y la lipogénesis fetal, y la acumulación de reservas energéticas que aseguren un parto saludable y un buen desarrollo posnatal.

El manejo alimenticio también debe considerarse, ya que, un suministro de alimento ad libitum o en forma de comidas frecuentes durante la última etapa de gestación puede favorecer el consumo de alimento y, por lo tanto, el peso al nacimiento de los lechones.

En la producción porcina moderna, existe una brecha entre el conocimiento científico sobre la nutrición de cerdas gestantes y su aplicación práctica en las granjas. Si bien se ha demostrado que la última etapa de la gestación es un período crítico para el desarrollo fetal y el peso de los lechones al nacer, la información sobre el efecto preciso del incremento de alimento durante este período es aún inconsistente y no se traduce en recomendaciones nutricionales específicas para las cerdas.

Esta falta de claridad genera incertidumbre entre los productores porcinos, quienes enfrentan el desafío de optimizar la alimentación de las cerdas gestantes en la última etapa de gestación para maximizar el peso inicial de los lechones, sin incurrir en costos excesivos o comprometer la salud de las cerdas.

El peso al nacimiento, como indicador clave del rendimiento posterior del lechón, determina su salud, supervivencia, crecimiento y potencial de ganancia de peso. Un mayor peso al nacimiento se traduce en mejores resultados productivos y mayor

rentabilidad para los productores. Por el contrario, un bajo peso al nacimiento aumenta el riesgo de mortalidad, enfermedades y retraso en el crecimiento, generando pérdidas económicas y afectando el bienestar animal.

La última etapa de la gestación, un período crítico de rápido crecimiento y desarrollo fetal, demanda un aumento significativo de nutrientes. Una nutrición adecuada durante este tiempo es esencial para garantizar el óptimo desarrollo fetal y un peso al nacimiento adecuado.

Sin embargo, la evidencia sobre el efecto del incremento de alimento en esta etapa es inconsistente, con estudios que reportan resultados mixtos. Esta variabilidad se debe a factores como la raza de la cerda, la composición de la dieta, el manejo alimenticio y el tamaño de la camada, en este caso nos centraremos en el incremento de la alimentación en la última etapa de gestación.

### **1.1. Objetivo General**

Determinar el efecto del incremento de alimento en la última etapa de gestación sobre el peso al nacimiento de lechones.

#### **1.1.1. Objetivos Específicos**

- Comparar las diferencias en el peso de los lechones al nacer entre cerdas alimentadas con una dieta estándar y cerdas alimentadas con una dieta con un 25% más de alimento durante la última etapa de gestación.
- Evaluar la condición corporal de las hembras gestantes que reciben los tratamientos

## **1.2. Cerdas en Gestación**

El ciclo de vida de las cerdas en la industria porcina moderna puede ser intenso y estresante, lo que puede afectar potencialmente su salud y rendimiento. La adopción de cerdas hiperprolíficas para el número de lechones por cerda y por parto por año se ha generalizado en la industria, pero esto ha provocado efectos secundarios como estreñimiento, partos más prolongados y una mayor disparidad en el peso de los lechones al nacer, lo que puede sobrecargar a las cerdas (1). Muchos investigadores han observado problemas de rendimiento reproductivo, incluida una menor cantidad de camadas nacidas vivas, en cerdas gestantes debido a este ciclo de vida estresante y las consecuencias secundarias relacionadas con la hiperprolificidad (2).

Las cerdas prolíficas a menudo experimentan desafíos relacionados con la duración del parto, la digestión y la microbiota digestiva (3). La duración prolongada del parto puede resultar en un mayor número de muertes de lechones al nacer, menores tasas de supervivencia de los lechones, mayor estrés oxidativo posparto y mayor incidencia de anorexia de la cerda, lo que en última instancia conduce a una menor productividad de los lechones de la camada. Estos desafíos pueden intensificarse por factores como el estreñimiento, un desequilibrio en los radicales libres y una menor capacidad antioxidante, que pueden causar una resistencia física inadecuada durante el parto (4).

## **1.3. Fisiología de la gestación en cerdas**

"La habilidad de las cerdas para almacenar y utilizar sus reservas de grasa durante la preñez es esencial para garantizar una lactancia exitosa. La condición física de la cerda al inicio de la gestación, especialmente la cantidad de grasa acumulada, y la calidad de su alimentación son factores determinantes en este proceso. Las cerdas con un buen nivel de grasa corporal al momento de la monta suelen tener un mejor rendimiento reproductivo en su primer parto. Sin embargo, la relación entre la condición corporal inicial y la productividad a largo plazo aún es objeto de debate, ya que, otros estudios sugieren que el estado físico de la cerda al inicio de su vida reproductiva no influye en su rendimiento durante los primeros partos (3).

Para garantizar una larga vida productiva y un óptimo desempeño reproductivo de la cerda, es fundamental implementar un programa de manejo y alimentación integral que se centre en regular de manera precisa su condición corporal (5).

Las razas de cerdos actuales son lo suficientemente maduras físicamente como para quedar embarazadas desde la primera camada y producir crías sanas. Sin embargo, si sus reservas de grasa no son óptimas, será difícil mantener una alta productividad en camadas posteriores. Esto puede provocar un aumento del tiempo entre el destete de una camada y el inicio del siguiente ciclo reproductivo y una reducción del número de lechones nacidos en la segunda camada (6).

El tránsito digestivo también suele verse afectado al final de la gestación y juega un rol primordial en el proceso de nacimiento y alimentación temprana. El estreñimiento puede provocar disbiosis y un crecimiento descontrolado de bacterias no deseadas en el intestino, lo que provoca malestar digestivo en la cerda y posibles problemas de salud (7). Por lo tanto, mantener una microbiota digestiva equilibrada y una función digestiva óptima es un desafío crítico que se debe abordar con cerdas prolíficas (8).

#### **1.4. Nutrición y requerimientos energéticos en cerdas gestantes**

Existe una alta variabilidad en los requerimientos nutricionales entre las cerdas gestantes, especialmente al final de la gestación cuando los requerimientos de aminoácidos ( AA ) y minerales aumentan y se ven afectados por la prolificidad (9). Los requerimientos nutricionales también varían con respecto al estado corporal de la puerca al momento de ser inseminada (8).

En la práctica, todas las cerdas generalmente son alimentadas con la misma dieta estándar de gestación, y solo se puede ajustar el nivel de alimentación. Muy a menudo, los suministros nutricionales son limitantes en AA y minerales, principalmente al final de la gestación para las cerdas jóvenes, mientras que se observan excesos en etapas más tempranas (10) y con mayor frecuencia en cerdas mayores.

Según el NRC, las cerdas tienen mayores requerimientos nutricionales durante la gestación para cubrir sus necesidades metabólicas y las de sus fetos (11). La demanda de nutrientes aumenta a lo largo de la gestación debido a que las cerdas experimentan varios cambios significativos, incluyendo el crecimiento fetal, el crecimiento mamario y la producción de calostro (12).

Por lo tanto, una nutrición materna inadecuada en relación con los mayores requerimientos establecidos por el NRC, para mantener el mayor número de fetos en el

útero puede resultar provocando un retraso en el crecimiento del feto, una mayor variabilidad en los pesos al nacer, menor uniformidad en la camada y un aumento de la mortalidad prenatal (11).

Este fenómeno se explica por el elevado requerimiento de proteína durante la fase de rápido crecimiento fetal, cuando se produce el desarrollo de órganos vitales como la placenta, el corazón, el hígado y los intestinos. Por lo tanto, es fundamental garantizar una ingesta proteica adecuada durante toda la gestación para asegurar el nacimiento de lechones sanos y vigorosos (12).

Según Kim y su equipo, los requerimientos proteicos de las cerdas preñadas cambian significativamente durante la gestación. Durante las primeras siete semanas, una ingesta diaria de tan solo 0,25 gramos de proteína es suficiente para cubrir las necesidades del feto. Sin embargo, a partir del día 70, estos requerimientos aumentan 19 veces, alcanzando los 4,63 gramos por día, debido al crecimiento fetal acelerado y al desarrollo de órganos vitales como la placenta, el corazón, el hígado y los intestinos (13).

"La nutrición de las cerdas gestantes se adapta a las distintas etapas de la gestación. Durante las primeras cuatro semanas, las cerdas suelen recibir alrededor de 2 kilogramos de alimento al día, una cantidad que varía según su condición corporal previa al parto. A medida que avanza la gestación, entre los días 29 y 84, las necesidades nutricionales aumentan gradualmente. Se recomienda incrementar el suministro de alimento entre 150 y 200 gramos por día para cubrir los requerimientos energéticos tanto de la cerda como del feto en desarrollo, asegurando así un crecimiento adecuado de ambos. y (3) gestación tardía (días 85-115), cuando el enfoque cambia al crecimiento fetal y mamario, y la ingesta de alimento generalmente se aumenta en 0,3-0,5 kg/día (14).

A medida que avanza la gestación, optimizar la nutrición se convierte en un factor clave que puede llevar a un mayor peso total de la camada al nacer (15,06 vs. 14,36 kg), un mayor peso al destete (5,37 vs. 5,20 kg) y un mayor peso individual al nacer (1,48 vs. 1,44 kg). Asimismo, puede ayudar a las cerdas a producir más lechones por camada (+0,35) y más lechones vivos por camada (+0,34) (15).

Una posible explicación de por qué una alimentación óptima mejora el rendimiento reproductivo es que la condición nutricional de la madre influye en la progesterona circulante que puede modificar el desarrollo endometrial y la actividad secretora, e

impactar en la composición de los fluidos alantoideos que transportan nutrientes a los fetos (11).

Debido a que la alimentación durante la gestación es de suma importancia en el desarrollo fetal, su supervivencia y crecimiento postnatal de los neonatos, varios estudios han evaluado las estrategias de alimentación durante la gestación para determinar sus consecuencias en el crecimiento y desarrollo fetal (16).

Los requerimientos de nutrientes y energía para las cerdas gestantes no son constantes a lo largo del período de gestación o entre paridades. Por ejemplo, el requerimiento estimado de Lys para una cerda en el primer ciclo reproductivo aumenta en un 200% entre los días 0 y 114 de gestación, mientras que el requerimiento estimado de energía aumenta en un 45% dentro del mismo período de tiempo (11).

Además, las cerdas en el primer ciclo reproductivo requieren nutrientes y energía para el crecimiento materno, mientras que las cerdas multiparidades tienen mayores necesidades energéticas para el sostenimiento y deben recuperar las reservas de proteínas y energía que se movilizaron en la lactancia anterior (15).

Se han realizado esfuerzos de investigación para determinar los requerimientos minerales en cerdos en crecimiento y finalización (17). Sin embargo, hay investigaciones limitadas disponibles para resumir los requerimientos de Ca y P en cerdas gestantes y lactantes. Los enfoques comunes para estimar los requerimientos de nutrientes incluyen estudios empíricos y modelos factoriales (18).

En estudios empíricos, a menudo se realizan experimentos de dosis-respuesta para determinar los requerimientos de nutrientes dentro de una población seleccionada de animales. En el método factorial, los requerimientos de nutrientes para animales individuales se estiman o modelan a partir de la combinación de múltiples componentes (mantenimiento, crecimiento materno, desarrollo fetal y placentario y producción de leche) que influyen en las necesidades de nutrientes. Sin embargo, no está disponible un resumen de toda la literatura revisada por pares para las estimaciones de los requerimientos de Ca y P para cerdas gestantes y lactantes (19).

En ambos casos mencionados anteriormente, las cerdas también deben apoyar la deposición de proteínas en los depósitos fetales, placentarios, de glándulas mamarias y uterinos, que ocurren en diferentes puntos del período de gestación y a diferentes

velocidades; La demanda de deposición de proteínas está influenciada por el tamaño de la camada y es el principal impulsor de los requerimientos (diarios) de aminoácidos (20). Por lo tanto, proporcionar una cantidad constante de una dieta de gestación con una composición de nutrientes estática no es suficiente para tener en cuenta los requerimientos diarios únicos de nutrientes y energía para cerdas individuales a lo largo de la gestación y en todos los partos (21).

La cerda es experta en amortiguar las deficiencias y los excesos moderados de nutrientes y energía en la dieta (20). Sin embargo, el suministro insuficiente o excesivo de energía puede dar lugar a una condición corporal subóptima, lo que tiene implicaciones negativas para la producción láctea a lo largo de la etapa de lactancia, el rendimiento reproductivo posterior y la longevidad de la cerda (21). Además, el suministro insuficiente de aminoácidos, en particular al final de la gestación, cuando los requerimientos de aminoácidos son altos, puede provocar la movilización de proteínas corporales maternas incluso antes del inicio de la lactancia, y también afectar negativamente al rendimiento reproductivo posterior (22).

Por último, el exceso de suministro de energía y nutrientes a las cerdas durante la gestación aumenta los costos de alimentación, así como la dispersión de nutrientes en el entorno. Aunque los programas de alimentación segregados por fase o paridad brindan cierta flexibilidad para ajustarse más estrechamente a los requisitos estimados de nutrientes y energía para grupos de cerdas, existe una oportunidad adicional de mejorar la precisión mediante el uso de comederos electrónicos para cerdas (ESF) con capacidades de mezcla de alimentos para satisfacer los requisitos diarios estimados de nutrientes y energía para cerdas individuales (23).

### **1.5. Efecto de la dieta nutricional materna en el crecimiento del feto**

El vínculo entre el consumo materno de nutrientes durante la gestación y el crecimiento del feto es extremadamente importante para determinar el éxito del embarazo, la salud a lo largo de la vida y la productividad del recién nacido (24). El tamaño y la capacidad de transferencia de nutrientes de la placenta (considerando que no hay contacto sanguíneo entre la cerda y el feto durante la gestación (25) juegan un papel central en la determinación del crecimiento prenatal del feto y están directamente relacionados con el peso al nacer y el RCIU. El intercambio transplacentario depende del flujo sanguíneo uterino y umbilical, y estos, a su vez, dependen en gran medida de la vascularización

adecuada de la placenta. Es por esto que los nutrientes con capacidad vasodilatadora tienen un impacto positivo en el crecimiento del feto (23).

El crecimiento de la placenta precede al del feto y existe una fuerte asociación positiva entre la masa placentaria y el tamaño del lechón al parto (25). Con la finalidad de fomentar el desarrollo placentario, se ha informado que aumentar la absorción de aminoácidos en el torrente sanguíneo puede promover cambios en la capacidad de adhesividad de las células del trofoblasto y formar crecimientos (26). Este efecto está mediado por la señalización mTOR (25) Además, la regulación positiva de mTOR en fetos también se ha relacionado con el desarrollo de fibra secundaria en cerdos, ejerciendo la "programación fetal" mencionada anteriormente (23). Las proteínas relacionadas con el suministro de energía, el metabolismo proteico y la estructura, función y proliferación muscular se expresan de forma diferencial en lechones con RCIU (27), lo cual indica una disfunción metabólica y un crecimiento y desarrollo muscular reducido en estos lechones. Por lo tanto, los cerdos con RCIU tienen consecuencias económicas para la eficiencia de producción posterior, como la reducción de la relación ganancia/alimento y la disminución del porcentaje de carne y el aumento de la grasa corporal en canal (28).

#### **1.6. Efecto del incremento de la alimentación en la última etapa de gestación**

En relación con el nivel de ingesta de alimento de las cerdas, se ha reportado que aumentar la ingesta de alimento (aproximadamente 20%) 20 días antes del parto aumenta la ganancia de peso corporal de la cerda, pero no tiene efecto sobre la calidad, es decir, en los índices productivos de la camada, como el número ni el peso de los lechones (individual y peso total de la camada) (29). Esto también se ha relacionado directamente con un apetito deteriorado y una ingesta de alimento reducida (30). Finalmente, una ingesta de alimento aumentada antes del parto parece estar asociada con una ingesta aumentada de energía y aminoácidos (AA), lo que promueve que las cerdas tengan sobrepeso, pero no produce mejoras significativas en la calidad de la camada incluso en cerdas de alta producción (29). Esto está directamente relacionado con la siguiente sección porque la alimentación aumentada puede afectar directamente la producción de calostro y leche (30).

Debido al gran número de lechones, los partos se han vuelto más largos con una mayor probabilidad de agotar las reservas energéticas de la cerda, perjudicando la cinética del parto y predisponiendo a los lechones a la hipoxia (31) Por lo tanto, el suministro de fibras

dietéticas y parcialmente fermentables en la dieta, con el objetivo de aumentar el suministro de energía a las hembras durante el parto, un momento de alta demanda energética, podría ser una estrategia nutricional ventajosa al final de la gestación (32).

### **1.7. Peso del lechón al nacer y factores que lo afectan**

El tamaño promedio de camada de las cerdas se ha incrementado por selección genética durante las últimas décadas; sin embargo, esto se asocia con una reducción en el peso promedio al nacer y, concomitantemente, un aumento en la variación del peso corporal (PC) dentro de la camada. En consecuencia, esto ha aumentado la proporción de lechones pequeños (menos de un kg de peso al nacer) en camadas grandes (33). Algunos de los cerdos con bajo peso al nacer (BPN) exhiben efectos consistentes a largo plazo, como mayor morbilidad-mortalidad y menores tasas de crecimiento (34), lo que podría sugerir que existen alteraciones a largo plazo debido a los efectos negativos de la restricción dietética durante el embarazo, entre otras causas.

La evolución del mejoramiento genético de los cerdos en las últimas décadas ha promovido un bajo peso promedio por lechón al nacimiento, un menor acceso al calostro y una baja disponibilidad de pezones productivos (35). Además, las cerdas actuales presentan un mayor peso corporal y un menor patrón de consumo voluntario de alimento. Estos factores pueden estar relacionados con la reducción en las tasas de supervivencia de los lechones durante la lactancia, lo que resulta en un bajo peso al destete y una baja uniformidad de la camada (33).

#### **1.7.1. Estudios previos sobre el peso de los lechones**

Los lechones más livianos (menos de 5,0 kg) son un costo significativo para el sistema debido a la reducción de los pesos de mercado y al aumento de la ocupación del galpón; sin embargo, también representan la mayor oportunidad marginal para disminuir los días hasta el sacrificio (8 días más para lograr 125 kg de peso corporal o pesar 3,3 kg menos que los lechones destetados a 5,5 kg de peso corporal (36). Stein (37) también informó una penalización significativa en el rendimiento y la mortalidad para los grupos con un peso promedio al destete muy liviano (<4,5 kg) y una penalización sustancial, incluso para los grupos con pesos promedio al destete livianos (5 kg). También observó que había un efecto positivo del peso al destete en la ganancia diaria promedio, es decir, cuanto mayor era el peso corporal inicial, mayor era la ganancia diaria promedio

### **1.8. Influencia del Peso corporal inicial en el peso corporal al destete**

Las cerdas de alta producción (>30 lechones destetados/cerda/año) dan a luz camadas numerosas con una mayor proporción de lechones con peso inferior al normal al nacer. Hasta el 30% de una camada ha estado expuesta a diversos grados de restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) (38).

Además, se ha descrito una mayor mortalidad durante los primeros días de vida tanto en cerdos de bajo peso al nacer como en cerdos con RCIU (39). El RCIU suele definirse como un deterioro del crecimiento y desarrollo del feto y/o de sus órganos durante la gestación y, debido al efecto de conservación del cerebro, los cerdos con RCIU pueden incluso reconocerse por la forma de su cabeza (39). Sin embargo, se considera que los cerdos de bajo peso al nacer son aquellos con menos de 1,25 o 1,0 kg al nacer (40), pero sin restricción del crecimiento de los órganos. Independientemente del peso corporal al nacer, los animales clasificados como cerdos con RCIU muestran un comportamiento deficiente de búsqueda y succión tras el nacimiento (definido aquí como fuerza física o vigor) y pueden no mostrar suficiente vitalidad para asegurar una ingesta adecuada de calostro, con el correspondiente impacto negativo en el estado de salud posterior y la mortalidad en los primeros cinco días tras el nacimiento (39). Se recomienda que los cerdos tomen al menos 250 g de calostro dentro de las primeras 24 h para sobrevivir [ 18 ], pero los lechones con RCIU a menudo consumen solo 100 g de calostro por kg de peso corporal o menos dentro de las primeras 24 h (41). Además, las bajas reservas de glucógeno reportadas para lechones con RCIU también pueden explicar su baja vitalidad al recién nacido (40). Todos estos efectos afectan directamente el concepto de "programación fetal" que puede ser un determinante para la supervivencia de los cerdos neonatales o incluso para un mayor crecimiento y eficiencia de los cerdos (42).

### **1.9. Mecanismos fisiológicos involucrados en cerdas gestantes**

Las cerdas prolíficas a menudo experimentan desafíos relacionados con la duración del parto, la digestión y la microbiota digestiva. La duración prolongada del parto puede resultar en un mayor número de muertes de lechones al nacer, menores tasas de supervivencia de los lechones, mayor estrés oxidativo posparto y mayor incidencia de anorexia de la cerda, lo que en última instancia conduce a una menor productividad de los lechones de la camada. Estos desafíos pueden intensificarse por factores como el estreñimiento, alteración en la respuesta a la insulina y el desequilibrio oxidativo, que pueden causar una resistencia física inadecuada durante el parto (37)

El tránsito digestivo también suele verse afectado al final de la gestación y desempeña un papel crucial en el proceso de parto y la lactancia temprana. El estreñimiento puede provocar disbiosis y un crecimiento descontrolado de bacterias no deseadas en el intestino, lo que provoca malestar digestivo en la cerda y posibles problemas de salud (39). Por lo tanto, mantener una microbiota digestiva equilibrada y una función digestiva óptima es un desafío crítico que se debe abordar con cerdas prolíficas (38).

### **1.10. Impacto a largo plazo del incremento alimenticio**

Estudios tempranos mostraron un impacto negativo de alimentar demasiada energía a partir del día 75 de gestación (43,96 vs. 24,12 mega julios de energía metabolizable [ MJ ME ]/d) en el desarrollo mamario (36). Este efecto estaba relacionado principalmente con la condición corporal porque cuando se manipulaban las ingestas de proteínas y energía durante la gestación para crear cerdas obesas (36 mm de grasa dorsal) o más delgadas (24 mm de grasa dorsal), aunque el peso del tejido mamario cerca del parto no se vio afectado por la condición corporal, hubo una disminución de 3 veces en la concentración de ADN mamario en cerdas demasiado gordas (37), lo que indica que las cerdas obesas tenían una división celular mamaria reducida.

Al comparar las condiciones corporales que reflejan mejor lo que se ve comúnmente en las piaras de cerdos hoy en día, Farmer y sus colaboradores (35) demostraron que proporcionar diferentes cantidades de alimento a las primerizas a lo largo de la gestación (1,30, 1,58 o 1,82 veces los requerimientos de mantenimiento) para lograr espesores de grasa dorsal de 12 a 15 mm (magra), 17 a 19 mm (mediana) o 21 a 26 mm (grasa) el día 109 de gestación alteró su desarrollo mamario. La masa del tejido parenquimatoso (que contiene células sintetizadoras de leche) se redujo significativamente en las primerizas magras, siendo de 1.059, 1.370 y 1.444 g para las primerizas magras, medianas y gordas, respectivamente (35).

La importancia de la condición corporal se corroboró en un estudio comparativo donde se investigaron las relaciones entre la grasa dorsal y el crecimiento de la glándula mamaria en primerizas en gestación tardía (38). Se determinó que el nivel de alimentación en la gestación es más importante que la condición corporal de las cerdas jóvenes en el momento del apareamiento para el peso del tejido parenquimatoso al final de la gestación (35), y, por lo tanto, debe ajustarse para que las cerdas jóvenes alcancen un rango óptimo de grasa dorsal (17 a 26 mm) antes del parto. Por el contrario, las recomendaciones

dansas recientes para los genotipos de cerdas modernas han pasado de 16-19 a 14-17 mm de grasa dorsal al ingreso en la unidad de partos (37).

### **1.11. Incremento gradual del alimento en cerdas en gestación**

El bienestar animal es un pilar fundamental para la producción agropecuaria moderna, beneficiando tanto a los animales como a las personas quienes los producen y consumen (36). Las cerdas hiperprolíficas modernas son alimentadas de forma restrictiva para lograr una reproducción eficiente y mejorar su longevidad. Las cerdas gestantes alimentadas de forma restrictiva pueden experimentar estrés y afectar su comportamiento (34). El estrés aumentado y sostenido se asocia con un bienestar comprometido. El eje hipotálamo-hipofisario-adrenal (HPA) es uno de los sistemas fisiológicos que casi siempre se activan por el estrés (35). La disponibilidad de alimentos estimula la ritmicidad del cortisol, de modo que la restricción de alimentos o la inanición aumentan los niveles medios de glucocorticoides en humanos y ratas (36). La restricción de alimentación en cerdas preñadas provocó niveles más altos de cortisol salival que las cerdas de control que tenían niveles más altos de alimentación (37). El aumento de la frecuencia de alimentación permite el desempeño del comportamiento natural para mejorar el bienestar en comparación con las cerdas alimentadas con menor frecuencia (39).

### **1.12. Monitoreo y ajuste de la condición corporal en cerdas gestantes**

Se han desarrollado nuevas tecnologías para alimentar a las cerdas alojadas en grupo, por ejemplo, con estaciones de alimentación automáticas que a veces están diseñadas para entregar varios alimentos. De manera más general, el desarrollo de la alimentación de precisión ( PF ) brinda nuevas oportunidades para tener mejor en cuenta, en tiempo real, los componentes que modulan las demandas nutricionales (33).

Los sistemas electrónicos de alimentación ESF (siglas en inglés) han transformado el manejo nutricional de las cerdas gestantes en sistemas de alojamiento grupal, permitiendo una distribución individual y precisa del alimento. Además de identificar animales con problemas de consumo, estos sistemas recopilan datos detallados sobre el consumo individual y el momento de los hábitos alimentarios. Sin embargo, el potencial de esta valiosa información para la caracterización fenotípica de las cerdas y para comprender las relaciones entre la nutrición y el rendimiento reproductivo aún no se ha explotado por completo. Los datos generados por los FSE abren nuevas oportunidades para investigar las complejas relaciones entre la nutrición, el comportamiento alimentario y los resultados productivos de las cerdas (34).

Los avances tecnológicos recientes, como la solución de gestión de cerdas de Remote Insight (RISMS), están diseñados para permitir el monitoreo continuo de la actividad de los cerdos mediante una etiqueta auricular inalámbrica (33).

Los datos de la etiqueta auricular se procesan utilizando modelos de aprendizaje automático entrenados para identificar cuándo un animal está realizando comportamientos relacionados con la alimentación, activos e inactivos. La hipótesis probada en este experimento fue que, dada la misma cantidad de energía por peso corporal  $0,75 \text{ d}^{-1}$ , la alimentación varias veces reduciría la activación del eje HPA y mejoraría el bienestar de las cerdas en comparación con la alimentación una vez al día. Por lo cual el propósito del estudio de este tema fue determinar cuales son los efectos de la frecuencia de alimentación en la respuesta del cortisol, la actividad anticipatoria de la alimentación (FAA), la indicación de hambre, la alimentación y las actividades totales de las cerdas preñadas con una ingesta isocalórica por kilogramo de peso metabólico vivo (35).

Los efectos nutricionales en muchos modelos mamíferos diferían según el momento de la ingesta de alimentos en condiciones isocalóricas (36). El momento de la alimentación provocó una respuesta en el rendimiento de la cerda en condiciones de alimentación limitada (37). Sin embargo, la implicación del bienestar asociada con dichos momentos de alimentación en el estrés y el comportamiento de la cerda en condiciones de alimentación limitada aún queda por dilucidar, ya que el suministro de alimento dentro de una ventana de tiempo estrecha cada día conduce a cambios significativos en la fisiología y el comportamiento (39).

Sin embargo, los estudios de comportamiento para evaluar el bienestar animal se caracterizan por el muestreo por escaneo y mediciones de cortisol en un solo punto de tiempo (40). Aunque aceptables, tales procedimientos pueden no proporcionar una evaluación completa, lo que lleva a la pérdida de información si no se conoce el razonamiento biológico detrás del muestreo por escaneo y las mediciones de cortisol en un solo momento. El bienestar de las cerdas es una preocupación las 24 horas del día.

El comportamiento alimentario se puede medir por la duración de la comida, la tasa de alimentación y el tiempo de alimentación (41).

### **1.13. Estrategias de alimentación específicas**

La alimentación de las cerdas gestantes se basa generalmente en las necesidades medias de la especie. Sin embargo, es importante reconocer que cada cerda es un individuo con necesidades específicas (42). Los planes nutricionales generalmente se basan en estimaciones de las necesidades de mantenimiento, el peso ideal de la cerda y el crecimiento esperado de la camada. Sin embargo, es importante adaptar estos planes a las características individuales de cada animal (43).

Si bien las cerdas gestantes exhiben un apetito innato y podrían consumir mayores cantidades de alimento, las raciones suministradas son típicamente restringidas. A pesar de que los patrones de alimentación de los cerdos en crecimiento han sido ampliamente estudiados mediante sistemas de alimentación electrónica, la comprensión del comportamiento alimentario de las cerdas gestantes aún presenta lagunas significativas, una caracterización más detallada de su ingesta y sus hábitos alimentarios resultaría fundamental para optimizar las prácticas de manejo y garantizar su bienestar (44).

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1. Materiales y equipos**

- Overol
- Guantes
- Botas
- Libreta de apuntes
- Cinta métrica porcina RONDO
- BALANZA PLATAFORMA DIGITAL 300KG/660LB –CAMRY( SKU:TCS-300-ZE21)
- Recursos Biológicos: Cerdos

### **2.2. Metodología**

#### **2.2.1. Metodología de campo**

La presente investigación se desarrolló en la Granja Santa Inés entre los meses de agosto y diciembre. Durante este periodo se evaluó el efecto del incremento en la ración alimenticia durante las dos últimas semanas de gestación sobre el peso de los lechones al nacer. El manejo de las cerdas gestantes y los procedimientos experimentales siguieron el protocolo descrito a continuación:

#### **2.2.2. Identificación y manejo de las cerdas gestantes**

##### **Identificación de las cerdas:**

- Cada cerda en la granja contaba con un número de identificación colocado en su oreja. Este número se utilizó como referencia principal para registrar los datos de cada animal.
- En los casos en que el número no era claramente visible, se anotaban características particulares de la cerda, como marcas en la piel o diferencias en el tamaño o el color del pelaje, para garantizar su correcta identificación.

#### **2.2.3. Selección de cerdas gestantes:**

- Al inicio del estudio, se fueron identificando progresivamente las cerdas que ya estaban en estado notorio de gestación. Estas se incluyeron en el grupo que no recibiría aumento en su alimentación,

- Posteriormente, se seleccionaron cerdas que serían inseminadas artificialmente o quedarían preñadas por monta natural, como el grupo que recibirá aumento del 25%. más de alimento de su dieta habitual.

#### **2.2.4. Traslado al área de maternidad:**

Todas las cerdas gestantes fueron trasladadas desde el área de gestación al área de maternidad cuando se determinó que estaban próximas al parto, asegurando un manejo más controlado en las etapas finales de la gestación.

#### **2.2.5. Grupos experimentales**

- **Grupo con incremento de alimento:**

Compuesto por seis cerdas, a las cuales se les incrementó la ración alimenticia en un 25 % respecto a su dieta diaria habitual. Este ajuste se realizó durante las dos semanas previas a la fecha estimada de parto y se mantuvo hasta el momento del nacimiento de sus lechones.

- **Control del suministro de alimento:**

Mientras se aplicaba el incremento alimenticio, se efectuaron inspecciones diarias en la granja con el propósito de:

Calibrar los comederos, garantizando que la cantidad de alimento suministrada cumpliera con el incremento establecido.

Supervisar el consumo diario de las cerdas, verificando que mantuvieran el acceso y el consumo adecuado de la ración ajustada.

- **Grupo sin incremento de alimento:**

Este grupo está conformado por cinco cerdas que no recibieron ajustes en su alimentación, es decir, mantuvieron su ración diaria habitual durante todo el periodo de gestación. Originalmente incluía seis cerdas, pero una fue excluida del análisis debido a la mortalidad total de sus lechones al nacer

### **2.2.6. Pesaje de las cerdas y los lechones**

#### **Pesaje de las cerdas:**

Todas las cerdas fueron pesadas con ayuda de una cinta métrica de doble escala porcina/bovina marca RONDO (error  $\pm 10\text{kg}$ ), se midió el perímetro torácico, colocándola de forma ajustada alrededor del tórax y justo detrás de las patas delanteras.

- **Dos semanas antes del parto:**

En el grupo con incremento, este pesaje se dio conjuntamente con el inicio del tratamiento alimenticio.

En el grupo sin incremento, el pesaje se realizó en una fecha estimada según el seguimiento gestacional.

- **Inmediatamente después del parto:**

El segundo pesaje se llevó a cabo tras la finalización del parto para evaluar la pérdida de peso asociada al nacimiento de los lechones.

- **Pesaje de los lechones al nacimiento:**

Cada lechón fue pesado inmediatamente al nacimiento utilizando una BALANZA PLATAFORMA DIGITAL 300KG/660LB –CAMRY( SKU:TCS-300-ZE21) (error  $\pm 10\text{kg}$ ).

### **2.2.7. Registro de datos**

El registro de datos se llevó a cabo mediante el uso de formatos diseñados específicamente para documentar la información de cada animal. En estos se consignaron datos clave, como el número de identificación de la cerda, el peso antes y después del parto, el tratamiento recibido, así como el peso individual de los lechones al nacer.

## **2.3. Localización del estudio**

El presente estudio se realizó en el Cantón Machala, provincia de El Oro, en la granja Santa Inés, ubicada en la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Machala, siendo su dirección Av. Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje. Machala.



Ubicación de la granja porcina Santa Inés

Fuente: Google Maps

### **2.3.1. Población y muestra**

El presente estudio es de tipo experimental, realizado en la Granja Santa Inés con una duración de 141 días. Se trabajó con 13 cerdas gestantes como unidades experimentales, distribuidas en dos tratamientos. Todas las cerdas pertenecían a la misma población de la granja y estuvieron bajo condiciones similares de manejo, alimentación y alojamiento.

### **2.3.2. Variable Analizadas**

- Peso de los lechones al nacer
- Peso de las reproductoras antes de parir
- Peso de las reproductoras después de parir
- Diferencia de peso de las reproductoras

## **2.4. Medición de Variables**

En el presente experimento se midieron variables de tipo cuantitativo relacionadas con el peso de los animales involucrados.

### **2.4.1. Peso de los lechones al nacer**

Para esta medición, se empleó una BALANZA PLATAFORMA DIGITAL 300KG/660LB –CAMRY( SKU:TCS-300-ZE21), registrado de forma individual en el momento del nacimiento y dado en kg.

### **2.4.2. Peso de reproductoras antes de parir**

El peso preparto de las cerdas se obtuvo utilizando una cinta de predicción de peso RONDO de doble escala diseñada específicamente para porcinos y bovinos, la cual reflejó

el peso de las cerdas en kilogramos. Estas mediciones se realizaron aproximadamente dos semanas antes de la fecha calculada de parto.

#### **2.4.3. Peso de las reproductoras después de parir**

De manera similar al peso preparto, el peso postparto se calculó mediante la cinta métrica mencionada. Estas mediciones se llevaron a cabo inmediatamente después de completar el proceso de parto.

#### **2.4.4. Diferencia de peso en las reproductoras**

La diferencia de peso fue calculada restando el peso medido tras el parto del peso registrado dos semanas antes del mismo. Este dato permitió identificar la cantidad de peso perdido por la cerda como consecuencia del nacimiento de los lechones y la expulsión de líquidos asociados.

### **2.5. Análisis Estadístico**

Para la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), aplicando un análisis para un solo factor (ANOVA) previo a los supuestos de normalidad y homogeneidad a las variables estudiadas, que incluyeron el peso de las cerdas antes y después del parto, la diferencia de peso entre estas mediciones, y el peso de los lechones al nacer. Para establecer si existían diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (LSD) de Fisher, utilizando un nivel de confianza del 95 %. Todos los datos de las variables fueron evaluados mediante el programa estadístico *Statgraphics Centurión XV.I®*.

Los tratamientos establecidos para la investigación fueron:

**T1 (Testigo):** Las cerdas mantuvieron su ración diaria habitual durante todo el periodo de gestación,

**T2:** Las cerdas recibieron un incremento del 25 % en su dieta diaria durante las dos semanas previas al parto.

#### **2.5.1. Modelo matemático empleado**

El modelo matemático utilizado en este estudio es el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + \varepsilon_{ijk}$$

**Dónde:**

**$Y_{ijk}$**  : Valor de la variable respuesta medida en la  $j$ -ésima observación a la que se aplicó el  $i$ -ésimo tratamiento.

**$\mu$** : Media general de la población.

**$T_i$** : Efecto de los tratamientos (1: cerdas sin incremento de alimento; 2: cerdas con incremento de alimento).

**$\epsilon_{ijk}$** : Error aleatorio asociado a la  $j$ -ésima observación dentro del  $i$ -ésimo tratamiento.

### 2.5.2. Hipótesis

Las hipótesis propuestas en función del modelo matemático son las siguientes:

**H0**: El incremento del 25 % en la ración alimenticia durante las dos últimas semanas de gestación no produce diferencias significativas en los parámetros evaluados (peso postparto de las cerdas, diferencia de peso en las cerdas, y peso de los lechones al nacer) en comparación con el grupo sin incremento de alimento.

$$\mathbf{H0: \mu_1 = \mu_2}$$

**H1**: El incremento del 25 % en la ración alimenticia durante las dos últimas semanas de gestación produce en uno o en todos los parámetros evaluados (peso postparto de las cerdas, diferencia de peso en las cerdas, y peso de los lechones al nacer) diferencias significativas en comparación con el grupo sin incremento de alimento.

$$\mathbf{H1: \mu_1 \neq \mu_2}$$

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis para determinar diferencia de peso de los lechones al nacimiento

##### 3.1.1. Pesos de las reproductoras antes de parir

**Tabla 1.** Promedio del peso de las reproductoras antes de parir según los tratamientos, con su intervalo de confianza

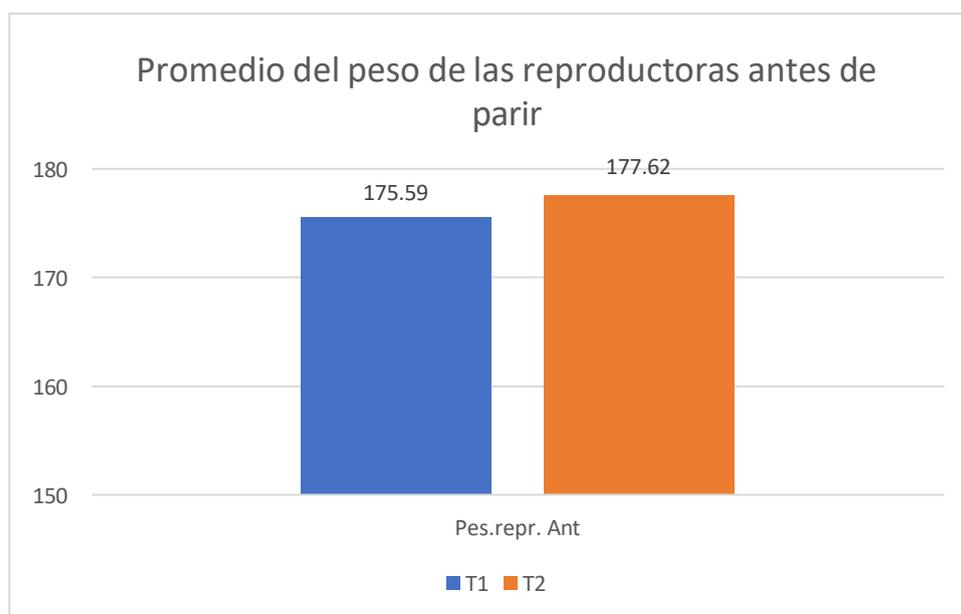
Variable	T1	T2	IC
<b>Pes.repr. Ant</b>	175,59 <sup>a</sup>	177,62 <sup>a</sup>	21.04

*Variable: Peso reproductoras antes de parir, T1: Tratamiento testigo sin incremento del alimento, T2: Tratamiento con incremento del alimento, IC: Intervalo de confianza obtenido con LSD de Fisher.*

En la **Tabla 1** Se visualiza que, durante el periodo previo al parto, no se observaron diferencias significativas en el peso promedio de las cerdas entre los tratamientos evaluados. Las cerdas del tratamiento T1 (sin incremento alimenticio) alcanzaron un peso promedio de 175,59 kg, mientras que las del tratamiento T2 (con incremento alimenticio) registraron un promedio ligeramente mayor de 177,62 kg, aunque esta diferencia no es estadísticamente significativa, como lo indica el mismo superíndice (<sup>a</sup>) en ambas medias.

Estos resultados son similares a los publicados en la investigación de Passos (2015), quien señala que el requerimiento energético y proteico de las cerdas aumenta significativamente en la fase final de la gestación, particularmente después de los 90 días, debido a la demanda creciente del feto y del tejido mamario, sin embargo, el autor enfatiza que este aumento en los requerimientos no siempre se traduce en una mayor ganancia de peso en la cerda, ya que el metabolismo materno redistribuye los nutrientes de manera eficiente para priorizar el desarrollo fetal sin necesariamente generar una acumulación excesiva de reservas corporales, así mismo este planteamiento es consistente con la evidencia científica que sugiere que un manejo nutricional basado en las necesidades fisiológicas de la cerda es más determinante que el simple incremento en la cantidad de alimento suministrado (45). No obstante, Aherne (46), destaca que la clave para una alimentación eficiente en cerdas gestantes radica en una evaluación precisa de su condición corporal antes de ajustar la ingesta alimenticia. Su investigación indica que la grasa dorsal y el peso inicial son factores determinantes en la respuesta metabólica de la

cerda ante cambios en la dieta, en este sentido, menciona que el mantenimiento de un nivel adecuado de reservas corporales permite a las cerdas regular el uso de los nutrientes sin generar aumentos excesivos en el peso final, además, resalta que el suministro de un suplemento alimenticio en la última fase de la gestación no necesariamente impacta el peso de la cerda antes del parto, sino que puede mejorar su capacidad para enfrentar la lactancia sin comprometer su condición corporal..



El **Gráfico 1** Muestra los promedios del peso preparto de las cerdas según los tratamientos, donde T1 y T2 presentan valores muy similares, con 175,59 kg y 177,62 kg respectivamente.

### 3.1.2. Peso de las reproductoras después de parir

**Tabla 2.** Promedio del peso de las reproductoras después de parir según los tratamientos, con su intervalo de confianza

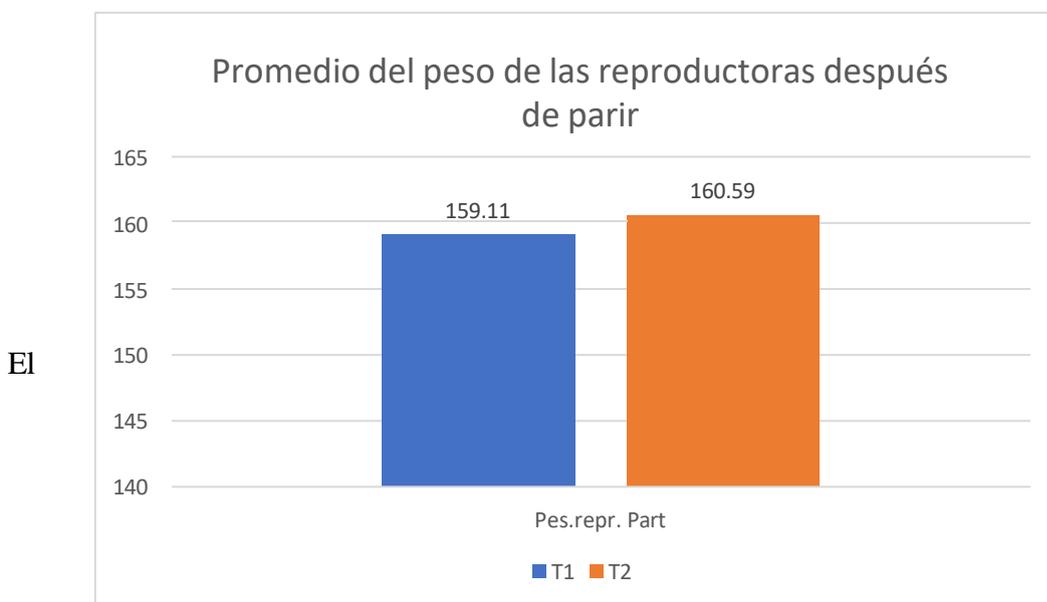
Variable	T1	T2	IC
<b>Pes.repr. Par</b>	159,11 <sup>a</sup>	160,59 <sup>a</sup>	18.43

*Variable: Peso reproductoras después de parir, T1: Tratamiento testigo sin incremento del alimento, T2: Tratamiento con incremento del alimento, IC: Intervalo de confianza*

La **Tabla 2** Presenta los promedios del peso postparto de las cerdas en los dos tratamientos evaluados. Los resultados muestran valores muy cercanos, con un promedio

de 159,11 kg en T1 y 160,59 kg en T2. Ambos tratamientos comparten el mismo superíndice, lo que indica que las diferencias no son estadísticamente significativas. Además, el intervalo de confianza de 18,43 confirma la consistencia entre los datos. Esto sugiere que el incremento alimenticio aplicado en T2 no influyó de manera relevante en el peso de las madres tras el parto.

Estos resultados son similares a los publicados en la investigación de Adsuar et al. (2014), quienes evaluaron el impacto del incremento en la ingesta alimenticia durante la fase final de la gestación sobre la condición corporal de las cerdas, en su estudio, se encontró que, a pesar del aumento en la oferta de alimento, el peso postparto de las cerdas no mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, así mismo explican que este fenómeno se debe a la capacidad del metabolismo materno para redistribuir los nutrientes sin provocar un aumento sustancial en las reservas corporales de la cerda, lo que refuerza la idea de que la eficiencia en la utilización de los nutrientes juega un papel clave en esta etapa (47). En la misma línea, Yangüe (2012) resalta que la regulación de la ingesta alimenticia en cerdas gestantes debe centrarse en la optimización del uso de los nutrientes, más que en el simple incremento del consumo, en su análisis, destaca que una mayor ingesta en la última fase de la gestación no siempre se refleja en un aumento de peso en la madre, sino que puede contribuir a la preparación metabólica para la lactancia (48).



**Gráfico 2** Muestra los promedios del peso postparto de las cerdas.

### 3.1.3. Diferencia de peso de las reproductoras

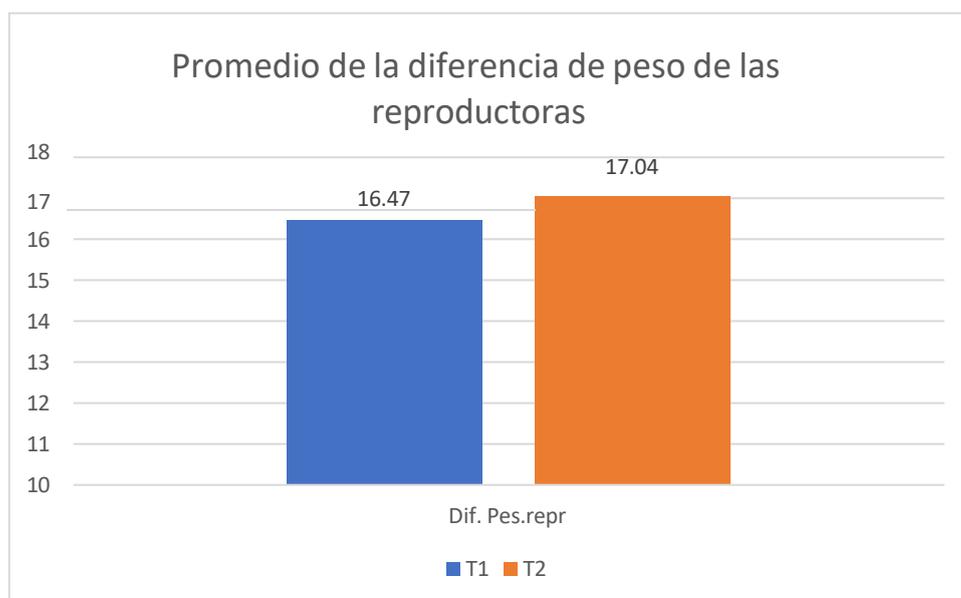
**Tabla 3.** Promedio de la diferencia de peso de las reproductoras según los tratamientos, con su intervalo de confianza

<b>Variable</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>IC</b>
<b>Dif. Pes.repr</b>	16,47 <sup>a</sup>	17,04 <sup>a</sup>	3.65

*Variable: Diferencia peso reproductoras, T1: Tratamiento testigo sin incremento del alimento, T2: Tratamiento con incremento del alimento, IC: Intervalo de confianza*

Se muestra el peso promedio postparto de las cerdas para los dos tratamientos evaluados. En T1, el peso promedio fue de 159,11 kg, mientras que en T2, el promedio fue de 160,59 kg. Aunque T2 presenta un valor ligeramente superior, los mismos superíndices indican que las diferencias no son estadísticamente significativas, el intervalo de confianza (18,43) refleja que las variaciones dentro de los grupos están dentro de un rango aceptable, lo que sugiere que el incremento alimenticio aplicado en T2 durante las últimas semanas de gestación no tuvo un efecto considerable en el peso postparto de las cerdas. Estos resultados indican que ambos grupos mantuvieron condiciones similares en esta variable.

Estos resultados son similares a los publicados en la investigación de Adsuar y colaboradores, quienes evaluaron el efecto del incremento en la ingesta alimenticia durante la fase final de la gestación sobre la condición corporal de las cerdas postparto, en su estudio, encontraron que, aunque el aumento en la cantidad de alimento generó una mayor disponibilidad de nutrientes, esto no se reflejó en diferencias significativas en el peso postparto de las cerdas, explican que el metabolismo materno prioriza la redistribución de los nutrientes hacia funciones fisiológicas esenciales, en lugar de promover una acumulación excesiva de reservas corporales, lo que refuerza la idea de que la suplementación debe ajustarse según la condición inicial de la cerda en lugar de aplicarse de manera indiscriminada (47). De manera complementaria, Caballero et al. (2015), también coinciden en que el incremento en la ingesta alimenticia en la fase final de la gestación no genera cambios significativos en la condición postparto de las cerdas. Su estudio evidenció que, si bien el aumento de alimento no afectó el peso de la cerda tras el parto, sí pudo influir en otros parámetros reproductivos, como la duración del parto y la incidencia de nacidos muertos, especialmente cuando la suplementación fue excesiva (+1,0 kg/día), además refuerzan la necesidad de controlar el nivel de suplementación para evitar posibles complicaciones en el desempeño reproductivo (49).



La **Gráfica 3** Presenta el promedio de la diferencia de peso en las cerdas reproductoras entre el momento previo al parto y el postparto, según los tratamientos aplicados.

### 3.1.4. Pesos de los lechones al nacer

**Tabla 4.** Promedio del peso de los lechones según los tratamientos, con su intervalo de confianza

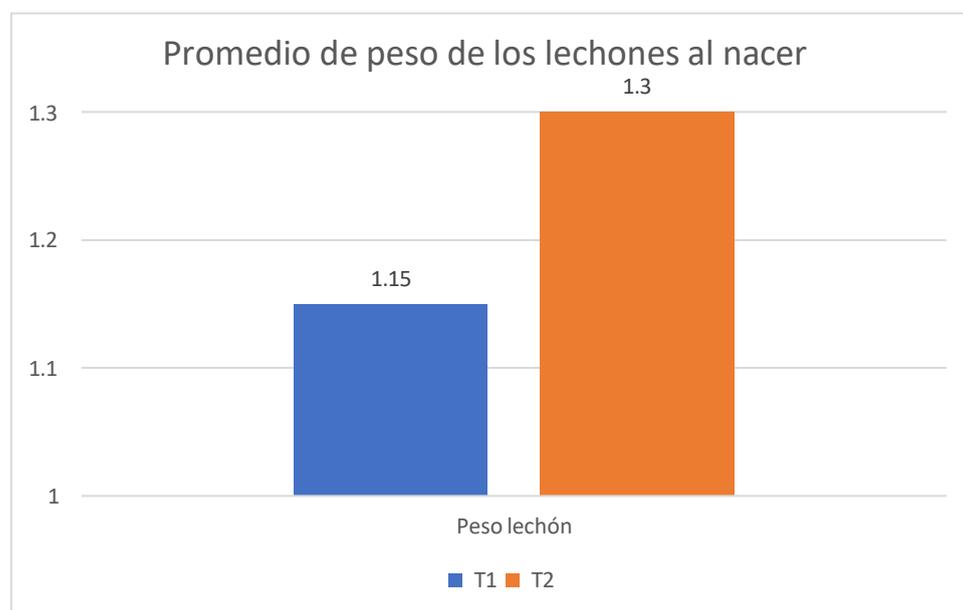
Variable	T1	T2	IC
Peso lechón	1,15 <sup>a</sup>	1,30 <sup>b</sup>	0.09

*Variable: Peso del lechón al nacer, T1: Tratamiento testigo sin incremento del alimento, T2: Tratamiento con incremento del alimento, IC: Intervalo de confianza obtenido con LSD de Fisher, a;b: diferencia estadística significativa ( $p < 0,05$ ).*

Como se puede observar en la **Tabla 4**, durante el análisis estadístico, se observó que los lechones nacidos de las cerdas del tratamiento T2 mostraron un peso promedio significativamente mayor (1,30 kg, <sup>b</sup>) en comparación con los del tratamiento T1, cuyo promedio fue de 1,15 kg (<sup>a</sup>).

Estos resultados son similares a los publicados en la investigación de Cerisuelo et al. (2010) quienes evaluaron el efecto de un incremento en la ingesta de alimento durante la gestación media en el desempeño productivo de cerdas a lo largo de tres ciclos reproductivos, se reportó que las cerdas sometidas a un régimen alimenticio extra presentaron un mayor peso promedio de los lechones al nacimiento en el tercer ciclo,

especialmente en cerdas nulíparas, sin embargo, los resultados del estudio también indican que, si bien el peso al nacimiento de los lechones mejora con el aumento del alimento en la madre, existe el riesgo de efectos negativos a largo plazo, como el síndrome de mastitis-metritis-agalactia, lo que podría comprometer el desempeño de la cerda y la viabilidad de la camada en lactancia (50). A diferencia del estudio realizado por Manzano Núñez (2011), en donde se evaluaron dos niveles de alimentación en la última etapa de gestación (3.0 kg/día y 2.4 kg/día) y su impacto en el desempeño reproductivo de cerdas y sus camadas, este investigador concluyó que el incremento en la cantidad de alimento no tuvo un efecto significativo en el peso promedio al nacimiento de los lechones, ya que el excedente de nutrientes puede almacenarse en forma de grasa corporal en la cerda, sin beneficiar directamente al feto (51).



El **Gráfico 4** Muestra el promedio del peso de los lechones al nacer por tratamiento

#### 4. CONCLUSIONES

A partir del estudio realizado, se establece que el incremento del 25 % en la ración alimenticia durante la fase final de la gestación generó un efecto positivo en el desarrollo de los lechones, reflejado en un mayor peso al momento del nacimiento. Esto confirma que un ajuste nutricional en este periodo puede favorecer el crecimiento fetal, lo que respalda la relevancia de estrategias alimenticias que optimicen el desempeño productivo de la camada.

El análisis del peso de las cerdas antes y después del parto indica que la suplementación no ocasionó diferencias en los pesos, lo que sugiere que el metabolismo materno reguló la redistribución de nutrientes sin provocar cambios sustanciales en la condición corporal. Esto demuestra que el impacto del incremento alimenticio se reflejó principalmente en el peso de los lechones al nacer y no en la variación del peso materno, lo que refuerza la importancia de evaluar la conversión y aprovechamiento de los nutrientes durante la gestación.

Estos hallazgos permiten comprender mejor la relación entre la suplementación materna y el desarrollo fetal, aportando datos relevantes para la toma de decisiones en la optimización de la alimentación en cerdas gestantes.

## 5. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda la implementación de un incremento controlado en la ración alimenticia durante las últimas semanas de gestación, asegurando que se adapte a la condición corporal de la cerda para optimizar el peso de la camada sin generar acumulaciones excesivas de reservas energéticas en la madre.
- Realizar estudios complementarios que evalúen los efectos de esta estrategia a largo plazo, considerando su impacto en la eficiencia reproductiva de las cerdas en ciclos posteriores y en la producción de leche durante la lactancia, con el fin de determinar su viabilidad dentro de sistemas de producción porcina.
- Se sugiere continuar con investigaciones que analicen la relación entre la suplementación en la gestación tardía y el desempeño postnatal de los lechones, ya que un mayor peso al nacer podría influir en su tasa de crecimiento y en la eficiencia alimenticia durante las primeras semanas de vida.
- e sugiere, en futuras investigaciones evaluar diferentes niveles de incremento en la ración alimenticia, con el objetivo de identificar el punto óptimo en el que se maximicen los beneficios sobre el peso al nacimiento sin generar efectos adversos en la cerda ni en la camada.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vargovic L, Hermes S, Athorn RZ, Bunter KL. Feed intake and feeding behavior traits for gestating sows recorded using electronic sow feeders. *J Anim Sci* [Internet]. 2021;99(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skaa395>
2. Gaillard C, Quiniou N, Gauthier R, Cloutier L, Dourmad J-Y. Evaluation of a decision support system for precision feeding of gestating sows. *J Anim Sci* [Internet]. 2020;98(9). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skaa255>
3. Jo H, Kim BG. Effects of dietary fiber in gestating sow diets — A review. *Anim Biosci* [Internet]. 2023;36(11):1619–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5713/ab.23.0206>
4. Becker LL, Gebhardt JT, Tokach MD, Woodworth JC, Goodband RD, DeRouchey JM. A review of calcium and phosphorus requirement estimates for gestating and lactating sows. *Transl Anim Sci* [Internet]. 2024;8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/tas/txae087>
5. Odakura AM, Caldara FR, Burbarelli MF de C, Almeida Paz IC de L, Garcia RG, Oliveira dos Santos VM, et al. Dietary supplementation of eubiotic fiber based on lignocellulose on performance and welfare of gestating and lactating sows. *Animals (Basel)* [Internet]. 2023;13(4):695. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani13040695>
6. Stewart V, Buis RQ, Christensen B, Hansen LL, de Lange CFM, Mandell IB, et al. The effects of precisely meeting estimated daily energy and lysine requirements for gestating sows over three consecutive pregnancies on sow reproductive and lactation performance. *Transl Anim Sci* [Internet]. 2021;5(4). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/tas/txab226>
7. Islas-Fabila P, Roldán-Santiago P, de la Cruz-Cruz LA, Limón-Morales O, Dutro-Aceves A, Orozco-Gregorio H, et al. Importance of selected nutrients and additives in the feed of pregnant sows for the survival of newborn piglets. *Animals (Basel)* [Internet]. 2024;14(3):418. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani14030418>
8. Manu H, Lee S, Keyes MC, Cairns J, Baidoo SK. Behavioral and cortisol responses to feeding frequency in pregnant sows under isocaloric intake. *J Anim Sci* [Internet]. 2020;98(8). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skaa226>

9. Manu H, Lee S, Keyes MC, Cairns J, Baidoo SK. Behavioral and stress responses to feeding time in pregnant sows under limit-fed regime. *J Anim Sci* [Internet]. 2021;99(5). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skab108>
10. Díaz-Díaz E, García-Castillo RF, García-Elizondo R, Salinas-Chavira J, Hernández-Bustamante JD. Efecto dietas con desperdicio de comedor y cocina deshidratado sobre la grasa dorsal, peso corporal y rendimiento productivo de cerdas en gestación y lactación. *Agraria* [Internet]. 2016;13(1):15–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.59741/agraria.v13i1.575>
11. Blavi L, Solà-Oriol D, Llonch P, López-Vergé S, Martín-Orúe SM, Pérez JF. Management and feeding strategies in early life to increase piglet performance and welfare around weaning: A review. *Animals (Basel)* [Internet]. 2021;11(2):302. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani11020302>
12. Theil PK, Farmer C, Feyera T. Review: Physiology and nutrition of late gestating and transition sows. *J Anim Sci* [Internet]. 2022;100(6). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skac176>
13. Quiniou N, Dagorn J, Gaudré D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest Prod Sci* [Internet]. 2002;78(1):63–70. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/s0301-6226\(02\)00181-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0301-6226(02)00181-1)
14. López-Vergé S, Gasa J, Farré M, Coma J, Bonet J, Solà-Oriol D. Potential risk factors related to pig body weight variability from birth to slaughter in commercial conditions. *Transl Anim Sci* [Internet]. 2018;2(4):383–95. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/tas/txy082>
15. Wang JB, Patterson RE, Ang A, Emond JA, Shetty N, Arab L. Timing of energy intake during the day is associated with the risk of obesity in adults. *J Hum Nutr Diet* [Internet]. 2014;27(s2):255–62. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jhn.12141>
16. Manu H, Lee SH, Ren P, Pangen D, Yang X, Baidoo SK. Effects of time of feeding during gestation on sow's performance<sup>1</sup>. *J Anim Sci* [Internet]. 2019;97(3):1234–41. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skz006>
17. Buis RQ, Wey D, de Lange CFM. 266 Development of precision gestation feeding program using electronic sow feeders and effects on gilt performance. *J Anim Sci* [Internet]. 2016;94(suppl\_2):125–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/msasas2016-266>

18. Oliviero C, Heinonen M, Valros A, Peltoniemi O. Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Anim Reprod Sci* [Internet]. 2010;119(1–2):85–91. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2009.12.009>
19. Liu H, Wang S, Zhang D, Wang J, Zhang W, Wang Y, et al. Effects of dietary supplementation with *Pediococcus acidilactici* ZPA017 on reproductive performance, fecal microbial flora and serum indices in sows during late gestation and lactation. *Asian-australas J Anim Sci* [Internet]. 2020;33(1):120–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.18.0764>
20. Campos PHRF, Silva BAN, Donzele JL, Oliveira RFM, Knol EF. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal* [Internet]. 2012;6(5):797–806. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/s1751731111002242>
21. Cerisuelo A, Sala R, Gasa J, Carrión D, Coma J, Chapinal N, et al. Effects of extra feeding in mid-pregnancy for three successive parities on lean sows' productive performance and longevity. *Can J Anim Sci* [Internet]. 2010;90(4):521–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4141/cjas10040>
22. Thomas LL, Goodband RD, Tokach MD, Woodworth JC, DeRouchey JM, Dritz SS, et al. Modeling standardized ileal digestible lysine requirements during gestation on gilts and sows. *Livest Sci* [Internet]. 2021;248(104500):104500. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104500>
23. Samuel RS, Moehn S, Pencharz PB, Ball RO. Dietary lysine requirement of sows increases in late gestation<sup>1</sup>. *J Anim Sci* [Internet]. 2012;90(13):4896–904. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2011-4583>
24. National Research Council. Nutrient requirements of swine: Eleventh revised edition. Washington, D.C.: National Academies Press; 2012.
25. Johnston JD. Physiological responses to food intake throughout the day. *Nutr Res Rev* [Internet]. 2014;27(1):107–18. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/s0954422414000055>
26. Llonch P, Mainau E, Ipharraguerre IR, Bargo F, Tedó G, Blanch M, et al. Chicken or the egg: The reciprocal association between feeding behavior and animal welfare and their impact on productivity in dairy cows. *Front Vet Sci* [Internet]. 2018;5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2018.00305>

27. Li Y, Cui S, Yang X, Crooker BA, Baidoo SK, Johnston LJ. 018 Salivary cortisol concentrations of group-housed gestating sows: individual vs. group samples. *J Anim Sci* [Internet]. 2017;95(suppl\_2):8–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/asasmw.2017.018>
28. Cornish A, Raubenheimer D, McGreevy P. What we know about the public's level of concern for farm animal welfare in food production in developed countries. *Animals (Basel)* [Internet]. 2016;6(11):74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani6110074>
29. Buis RQ. Development and application of a precision feeding program using electronic sow feeders and effect on gestating primiparous sow performance [Internet]. Uoguelph.ca. [citado el 5 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://atrium.lib.uoguelph.ca/server/api/core/bitstreams/e026a90c-7576-42d2-abc2-4697760e51fa/content>
30. Bernardino T, Tatemoto P, Morrone B, Mazza Rodrigues PH, Zanella AJ. Piglets born from sows fed high fibre diets during pregnancy are less aggressive prior to weaning. *PLoS One* [Internet]. 2016;11(12):e0167363. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0167363>
31. Kenny R, Dinan T, Cai G, Spencer SJ. Effects of mild calorie restriction on anxiety and hypothalamic-pituitary-adrenal axis responses to stress in the male rat. *Physiol Rep* [Internet]. 2014;2(3):e00265. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/phy2.265>
32. Ralph CR, Tilbrook AJ. INVITED REVIEW: The usefulness of measuring glucocorticoids for assessing animal welfare. *J Anim Sci* [Internet]. 2016;94(2):457–70. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2015-9645>
33. Amdi C, Giblin L, Hennessy AA, Ryan T, Stanton C, Stickland NC, et al. Feed allowance and maternal backfat levels during gestation influence maternal cortisol levels, milk fat composition and offspring growth. *J Nutr Sci* [Internet]. 2013;2(e1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1017/jns.2012.20>
34. Verdon M, Zegarra N, Achayra R, Hemsworth P. Floor feeding sows their daily allocation over multiple drops per day does not result in more equitable feeding opportunities in later drops. *Animals (Basel)* [Internet]. 2018;8(6):86. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/ani8060086>

35. Kim SW, Weaver AC, Shen YB, Zhao Y. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *J Anim Sci Biotechnol* [Internet]. 2013;4(1). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/2049-1891-4-26>
36. McPherson RL, Ji F, Wu G, Blanton JR Jr, Kim SW. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs<sup>1</sup>. *J Anim Sci* [Internet]. 2004;82(9):2534–40. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/2004.8292534x>
37. Kim SW, Hurley WL, Wu G, Ji F. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation<sup>1</sup>. *J Anim Sci* [Internet]. 2009;87(suppl\_14):E123–32. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2008-1452>
38. De Vos M, Che L, Huygelen V, Willemsen S, Michiels J, Van Cruchten S, et al. Nutritional interventions to prevent and rear low-birthweight piglets. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* [Internet]. 2014;98(4):609–19. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jpn.12133>
39. Ferguson EM, Slevin J, Edwards SA, Hunter MG, Ashworth CJ. Effect of alterations in the quantity and composition of the pre-mating diet on embryo survival and foetal growth in the pig. *Anim Reprod Sci* [Internet]. 2006;96(1–2):89–103. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.11.007>
40. Che L, Hu L, Liu Y, Yan C, Peng X, Xu Q, et al. Dietary nucleotides supplementation improves the intestinal development and immune function of neonates with intra-uterine growth restriction in a pig model. *PLoS One* [Internet]. 2016;11(6):e0157314. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0157314>
41. Cabrera RA, Boyd RD, Jungst SB, Wilson ER, Johnston ME, Vignes JL, et al. Impact of lactation length and piglet weaning weight on long-term growth and viability of progeny<sup>1,2</sup>. *J Anim Sci* [Internet]. 2010;88(7):2265–76. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2009-2121>
42. Stein T. Actas de la Conferencia porcina de Londres: tecnologías de producción para satisfacer las demandas del mercado; Londres, ON, Canadá. 1-2 de abril de. En: En, Smith J, editores. Conferencia porcina de Londres; 2015 págs. Londres, ON, Canadá; 2015. p. 31–45.
43. Gaillard C, Gauthier R, Cloutier L, Dourmad J-Y. Exploration of individual variability to better predict the nutrient requirements of gestating sows<sup>1</sup>. *J Anim Sci* [Internet]. 2019;97(12):4934–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/jas/skz320>

44. Bunter KL, Vargovic L, Athorn RZ, Henman D, Luxford BG. The influence of feed delivery and feeding patterns during gestation on reproductive outcomes for sows. *Proceedings of the 11th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*; February. 2018;11:1–7.
45. Passos MA. Estrategias nutricionales para cerdas en gestación. V Congreso Argentino de Nutrición Animal, CAENA 2015. 2015
46. Aherne F. Estrategia de alimentación para cerdas gestantes. Universidad de Alberta. 2003.
47. Adsuar M, Fornós J, Macià R, Babot D, Álvarez-Rodríguez J. Efectos del nivel de alimentación pre-parto sobre los resultados productivos y la uniformidad de peso de la camada en cerdas de elevada prolificidad. *ITEA*. 2014; 110(3):251-265.
48. Yangüe AP. Manejo de la alimentación en cerdas gestantes. *Universoporcino.com*. 2012.
49. Caballero M, Fabà Ll, López-Vergé S, Solà-Oriol D, Gasa J. Efecto de incrementar el nivel de alimentación al final de la gestación sobre la duración y el rendimiento al parto de la cerda. *AIDA, XVI Jornadas sobre Producción Animal*. 2015; I:302-304.
50. Cerisuelo A, Sala R, Gasa J, Carrión D, Coma J, Chapinal N, et al. Effects of extra feeding in mid-pregnancy for three successive parities on lean sows' productive performance and longevity. *Can J Anim Sci*. 2010; 90(4):521-528.
51. Manzano Núñez AI. Efecto de los cambios en la alimentación de la cerda durante la última etapa de gestación sobre el desempeño reproductivo. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*. 2011.

## 7. ANEXOS



*Anexo 1. Cinta Métrica Doble Escala Rondo*



*Anexo 2. Identificación de cerdas*



*Anexo 3. Identificación de cerdas inseminadas*



*Anexo 4. Incremento de alimentación*



*Anexo 5. Pesaje de cerdas en gestación*



*Anexo 6. Pesaje de cerdas postparto*



*Anexo 7. Pesaje de lechones al nacimiento*





*Anexo 8. Camadas sin tratamiento*



*Anexo 9. Camadas con tratamiento*