



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

ÍNDICE

1.	RESUMEN	1
2.	INTRODUCCIÓN	3
2.1.	La hiperproliferidad	4
2.2.	Homogeneidad en el peso de la camada	6
2.3.	Influencia de la condición corporal de la cerda en la uniformidad de la camada	8
2.4.	Evaluación de la condición corporal de la cerda	9
2.4.1.	Visual	10
2.4.2.	Caliper	10
2.4.3.	Medición mediante ultrasonidos	11
3.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS	14
4.	MATERIAL Y MÉTODOS	15
4.1.	Selección de la granja, cerdas reproductoras y lechones	15
4.2.	Evaluación de la condición corporal de la cerda	16
4.3.	Monitorización del peso de los lechones al nacimiento	16
4.4.	Análisis estadístico	17
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.	CONCLUSIONES	27
7.	VALORACIÓN PERSONAL Y AGRADECIMIENTOS	29
8.	BIBLIOGRAFÍA	30

1. RESUMEN

En las últimas décadas se ha realizado una fuerte selección genética sobre las cerdas con el fin de aumentar el número de lechones por camada. De esta forma se han obtenido las líneas genéticas hiperprolíficas, cuyo uso está ampliamente extendido en la actualidad. A pesar de que estas cerdas permiten aumentar la producción, tienen asociadas una serie de desventajas. Sus lechones presentan generalmente un menor peso al nacimiento. Asimismo, el número de lechones de bajo peso ($<1\text{Kg}$) se ha visto aumentado, lo que provoca que las camadas de cerdas hiperprolíficas sean más heterogéneas y la mortalidad predetete aumente. Son muchos los factores que intervienen en el tamaño y uniformidad de la camada. Uno de ellos es la condición corporal de la madre (CC). La CC se puede evaluar utilizando distintas técnicas, siendo la más usada a nivel de granja la evaluación visual. No obstante, la evaluación visual de la CC podría ser un método subjetivo, ya que depende del trabajador que la realiza. Por ello es conveniente utilizar técnicas más precisas como el Caliper o la medición del espesor de la grasa y el músculo dorsal mediante ultrasonidos. Tras la realización de un estudio experimental se concluyó que existe una alta correlación entre los distintos métodos de evaluación de la CC de la cerda, siendo la más elevada el Caliper con la evaluación visual ($p<0,01$). Por otra parte, se encontró que tanto la paridad como la CC de la cerda tienen un efecto significativo en el peso de los lechones al nacimiento ($p<0,05$). Además, la CC de la madre tiene un efecto significativo sobre el número de lechones nacidos vivos y nacidos muertos. Por otro lado, la CC de la cerda no afectó a la homogeneidad o coeficiente de variación del peso dentro de la camada, mientras que la paridad sí lo hace ($p<0,05$).

ABSTRACT

Over the last decades a strong genetic selection has been carried out on sows to increase the number of piglets per litter. This fact has led to hyperprolific genetic lines which are the most used nowadays. Although the use of hyperprolific genetic implies a higher production in terms of number of born piglets, it is also associated with some disadvantages as lower piglet's body weight at birth. Additionally, the number of low-birth-weight piglets (<1 kg) has been associated with an increase of heterogeneity of litters and higher pre-weaning mortality. Several factors are involved in litter size and uniformity as sow body condition (BC). Such BC can be measured using different techniques, being the visual score the most used under field conditions. However, visual measurement of BC could be a subjective method, as it depends on the worker performing the score. Therefore, more accurate techniques such as Caliper or ultrasonic measurement of backfat thickness and loin muscle depth should be used. After this experimental study, it was concluded that there is a high correlation between the different techniques used to measure sow BC, being the highest correlation the observed between Caliper and visual score ($p < 0,01$). On the other hand, parity and sow BC had a significant effect on piglet birth weight ($p < 0,05$). Additionally, the sow's BC has a significant effect on the number of piglets born alive and stillborn. Nevertheless, sow's BC did not affect the litter homogeneity or the weight coefficient of variation within the litter, whereas the sow parity does ($p < 0,05$).

2. INTRODUCCIÓN

El sector porcino español se ha caracterizado, en las últimas décadas, por ser muy dinámico (Vallés *et al.*, 2022). Este representa la primera producción ganadera a nivel económico en nuestro país (BOE, 2020), así como el primer productor de la Unión Europea (UE) y el tercero del mundo, tan solo por detrás de China y Estados Unidos (MAPA, 2023).

En 2021, el sector porcino supuso un 66 % de la producción final ganadera aragonesa (Vallés *et al.*, 2022) y en 2022 este representó el 16,3 % de la producción final agraria y un 40,7 % de la producción final ganadera a nivel nacional (MAPA, 2023). Asimismo, la importancia del sector porcino español en el conjunto de la UE se ha ido incrementando en los últimos años. Concretamente, en 2017 suponía un 18 % del total de la producción de carne de la UE, mientras que en 2022 llegó al 23,9 % de la producción comunitaria (MAPA, 2023).

El censo porcino español fue el más alto de toda Europa con 34.454.000 cabezas (MAPA, 2023), situación que se venía perpetuando desde que en 2015 España superó a Alemania en número de cabezas (MAPA, 2023). Este censo se concentra principalmente en Aragón y Cataluña, comunidades que suman más del 50 % del censo de ganado porcino del país (Valles *et al.*, 2022). Concretamente, en 2022, Aragón registró 9.625.000 de cabezas de cerdo y Cataluña registró 7.949.000 cabezas (MAPA, 2023).

Curiosamente, la producción de cerdo en España alcanzó cifras récord en el año 2021. En total, se sacrificaron 58.371.000 animales, lo que se traduce en 5.180 mil toneladas de carne, de las cuales fueron exportadas 3.091.265 (MAPA, 2023). Es decir, España exportó más de la mitad de la carne de cerdo producida el mencionado año.

Sin embargo, el encarecimiento de la energía y de las materias primas ha provocado un aumento significativo de los costes de producción y, por ende, del precio final del cerdo (Vallés *et al.*, 2022). Por este motivo, en 2022, las exportaciones disminuyeron en un 5,4 % en comparación con 2021 (MAPA, 2023), ya que China redujo sus importaciones en un 44,37 % (elaboración propia a partir de MAPA 2023). Por otra parte, las exportaciones hacia la Unión Europea y Reino Unido aumentaron, dada la escasez de carne derivada de la gran reducción de la cabaña en la mayoría de los Estados Miembros (USDA, 2023); producida en parte por la difícil situación que atraviesa Europa con la peste porcina africana. A esta desfavorable tesitura mundial se suma una reducción de la producción provocada por otras enfermedades como el síndrome reproductor y respiratorio porcino y la circulación de cepas de alta virulencia, principalmente en

Aragón y Cataluña, que obligó a España importar lechones de Portugal y Países Bajos con el fin de poder cubrir la demanda de carne de los mataderos (USDA, 2023).

2.1. La hiperprolificidad

Una gran parte del éxito económico de las granjas de cerdas reproductoras radica en la capacidad de producir un alto número de lechones por cerda y año, es decir, en su rendimiento reproductivo (Andrimner, 2018). Para conseguir aumentar la productividad al máximo la industria genética ha realizado una importante selección genética a favor del aumento del tamaño de la camada y, por consiguiente, en el número de lechones nacidos vivos por cerda y año (Kemp *et al.*, 2018).

Existen varias definiciones para la cerda hiperprolífica. Algunos autores la describen como aquella cerda que tiene más lechones que tetas para amamantarlos (Sanjoaquín, 2016; Boulot *et al.*, 2008), mientras que otros la definen como aquella que pare más de 15 lechones nacidos totales por parto (Caballer, 2017). Por tanto, según ambas definiciones estas cerdas, serían capaces de destetar entre 30 y 32 lechones al año (Lavery *et al.*, 2019).

Como se ha comentado anteriormente, la mejora genética ha propiciado que las cerdas hiperprolíficas tengan un mayor número de lechones nacidos totales por camada. No obstante, este aumento del tamaño de la camada también implica un menor peso medio al nacimiento de los lechones y una mayor variabilidad de sus pesos (Boulot *et al.*, 2008; Sanjoaquín, 2016). Esto tiene como consecuencia la aparición de problemas de salud en los lechones, que conlleva un aumento de la mortalidad perinatal (Baxter *et al.*, 2020; Boulot y Badouard, 2010). Además, el aumento de la prolificidad se asocia con un aumento en la tasa de mortinatos y de las bajas predestete (Boulot y Badouard, 2010). Este aumento en la tasa de mortinatos se debe a que hay un mayor número de fetos en el útero de la cerda, que deriva en hacinamiento uterino y en un menor aporte de flujo sanguíneo y nutrientes a los fetos. Este fenómeno se conoce como crecimiento intrauterino restringido (IUGR) (Andrimner, 2018; Baxter *et al.*, 2020). Asimismo, el parto de las cerdas hiperprolíficas es más prolongado, lo que causa que los lechones nazcan más débiles y tengan una mayor probabilidad de sufrir hipoxia o morir de asfixia (Baxter *et al.*, 2020; Rutherford *et al.*, 2013).

Aunque el tamaño de la camada ha ido creciendo progresivamente en las últimas décadas la producción de calostro sigue siendo la misma. En consecuencia, cada lechón tiene disponible una cantidad menor de éste (Sanjoaquín, 2016). Los lechones más débiles tienen dificultades para acceder a las mamas, por lo que en ocasiones no son capaces de ingerir una cantidad mínima de calostro, estimada en 200g (Boulot *et al.*, 2008; Sanjoaquín, 2016). Estos lechones

inadecuadamente encalostrados tienen un mayor riesgo de desarrollar hipotermia y/o morir de inanición (Baxter *et al.*, 2020). Asimismo, las camadas de cerdas hiperprolíficas tienden a tener una peor calidad, ya que sus lechones tienen una mayor probabilidad de enfermar, que perdura hasta las fases de transición y cebo (Boulot y Badouard, 2010).

Las cerdas hiperprolíficas también tienen problemas de salud y bienestar asociados a su condición (Baxter *et al.*, 2020). Al tener que expulsar un mayor número de lechones sus partos son más prolongados, lo que supone un mayor esfuerzo y sufrimiento durante la labor de parto. Además, tienen una mayor propensión a padecer estasis uterina y distocias (Rutherford *et al.*, 2013). Las camadas de cerdas hiperprolíficas, al tener un número mayor de lechones, demandan una mayor cantidad de leche. Esta mayor demanda se traduce en una mayor movilización de las reservas corporales, ya que las cerdas no son capaces de ingerir el pienso suficiente para poder hacer frente a sus necesidades y a las que implica la lactación (Baxter *et al.*, 2020; Rutherford *et al.*, 2013). A su vez, dado que el número de mamas es menor que el número de lechones, éstos compiten frecuentemente por conseguir un pezón. Estas disputas provocan discomfort a las cerdas y, en muchas ocasiones, derivan en heridas en las mamas que pueden infectarse y producir mamitis (Rutherford *et al.*, 2013). Por último, cabe mencionar que las cerdas hiperprolíficas presentan una mayor mortalidad que el resto de líneas genéticas (Baxter *et al.*, 2020), así como un mayor consumo en el uso de medicamentos por las complicaciones que presentan (Boulot y Badouard, 2010).

Las madres hiperprolíficas requieren un manejo especial para maximizar sus cualidades reproductivas y potenciar sus aspectos positivos (Falceto *et al.*, 2017; Sanjoaquín, 2016). Asimismo, el manejo de sus camadas durante el parto y en las 48 horas posteriores a éste, resulta clave para minimizar las desventajas que puede conllevar la hiperprolificidad (Boulot *et al.*, 2008).

A pesar de que no existe una estrategia ideal para manejar camadas numerosas, se pueden implementar varias estrategias para conseguir buenos resultados productivos (Baxter *et al.*, 2020). Algunas de ellas son: la atención al parto (secar lechones, proporcionarles una fuente de calor), el encalostramiento secuencial, la adopción de lechones para igualar las camadas, el aporte de leche suplementaria y la introducción del *creep feed* previo al destete, entre otras (Baxter *et al.*, 2020; Sanjoaquín, 2016). Por otro lado, si el manejo de las madres hiperprolíficas es inadecuado su rendimiento productivo y reproductivo puede verse perjudicado, teniendo un impacto económico negativo (Falceto *et al.*, 2017).

2.2. Homogeneidad en el peso de la camada

Estudios previos como el realizado por Rutherford *et al.* (2013) definen el tamaño de la camada como el número de lechones que nacen vivos más el número de lechones que nacen muertos y están debidamente desarrollados. Esta definición excluye a los fetos parcial o totalmente momificados, pero incluye a los lechones desarrollados que mueren durante el parto, así como los lechones no viables por malformaciones.

El aumento del tamaño de la camada surge como respuesta a la necesidad de mejorar la producción y de maximizar su eficiencia, lo que se consigue incrementando el número de animales nacidos por cerda. A su vez, la selección en base a una elevada prolificidad ha resultado en un incremento del número de lechones de bajo peso (<1Kg) y de la variabilidad de los pesos al nacimiento dentro de la propia camada (Figura 1) (Kemp *et al.*, 2018; Quesnel *et al.*, 2008). Wientjes *et al.* (2012) determinaron que, en cerdas con una media de $17,4 \pm 0,3$ lechones por camada, cada lechón adicional suponía una disminución de 40 g en el peso medio al nacimiento, un aumento del 0,75 % del coeficiente de variación y un 1,5 % más de lechones con un peso menor de 800 g. Numerosos estudios han demostrado la existencia de una correlación negativa entre el tamaño de la camada y el peso al nacimiento (Milligan *et al.*, 2002; Riddersholm *et al.*, 2021; Rutherford *et al.*, 2013), así como una correlación positiva significativa entre el tamaño de la camada y la variación del peso al nacimiento (Quesnel *et al.*, 2008; Milligan *et al.*, 2002).



Figura 1: Camada heterogénea (Casanovas, 2012).

Se contemplan principalmente dos hipótesis para comprender la relación entre el tamaño de la camada y el peso al nacimiento de los lechones. En primer lugar, se plantea que las uniones fetoplacentarias se ven comprometidas por el hacinamiento uterino de los lechones, que supone un factor limitante para su desarrollo (Riddersholm *et al.*, 2021). Esto es especialmente importante en aquellas líneas donde la tasa de ovulación es muy elevada. La segunda hipótesis expone que al seleccionar a favor del aumento del tamaño de la camada se ha conseguido

también una mayor variabilidad del diámetro de los folículos en el momento de la ovulación, y relaciona el tamaño y calidad de estos folículos con el de los lechones (Kemp *et al.*, 2018)

El número de mamas de las cerdas hiperprolíficas es menor que el número de lechones que paren, por lo que estos compiten por el acceso a ellas (Rutherford *et al.*, 2013). Las camadas con mayor número de lechones tienen una menor uniformidad en el peso al nacimiento (Milligan *et al.*, 2002), en algunos casos puede existir una gran diferencia de tamaño entre los lechones más grandes y los más pequeños. La principal consecuencia de esta heterogeneidad es que, al competir por los pezones, los lechones más fuertes desplazan a los más débiles y quedan en posesión de las mamas anteriores, que son las que más leche producen (Rutherford *et al.*, 2013). Los lechones que tienen problemas para amamantarse durante las primeras horas tras el parto no ingieren suficiente calostro (Rutherford *et al.*, 2013). Una toma de calostro menor de 200 g en las primeras 24 horas de vida supone un factor de riesgo para los lechones (Devillers *et al.*, 2011), que son más susceptibles a contraer enfermedades. Esta falta de inmunidad supone un riesgo a largo plazo (Rutherford *et al.*, 2013).

La dificultad para acceder a la mama aumenta el riesgo de los lechones más débiles de morir por inanición, hipotermia o aplastamiento. Al no poder ingerir leche pierden su capacidad para termorregularse y terminan sufriendo hipotermia, lo que les impide esquivar a la madre y no ser aplastados (Rutherford *et al.*, 2013). Por otro lado, los lechones más grandes toman más leche y crecen más, lo que exacerba la heterogeneidad de la camada y acentúa la desventaja de los más pequeños. Quiniou *et al.*, (2002) demostraron que cuanto más alto es el peso al nacimiento de un lechón más crece durante la lactación y más pesa al destete. Estas diferencias provocan que aumente el número de lechones que mueren por inanición en los primeros tres días de vida (Rutherford *et al.*, 2013).

En definitiva, el aumento del tamaño de la camada está asociado a un aumento de la mortalidad neonatal y predestete, siendo un factor de riesgo el bajo peso al nacimiento (Milligan *et al.*, 2002; Rutherford *et al.*, 2013). En el estudio realizado por Quiniou *et al.* (2002) se determinó que la mortalidad en lechones que pesaron entre 0,6 y 0,8 Kg fue del 85 % y la de lechones que pesaron entre 0,8 y 1Kg fue del 52 %. Mientras que en aquellos que pesaron más de 1 kg al nacimiento fue de menos del 15 %. Además, el número de mortinatos aumenta con el tamaño de la camada, así como el porcentaje de lechones que mueren durante el parto (Quesnel *et al.*, 2008), ya que al prolongarse la duración de este es más probable que los lechones sufran hipoxia o aspiren líquido amniótico o meconio (Rutherford *et al.*, 2013).

En caso de que los lechones de bajo peso sobrevivan su desarrollo será más lento que el de los lechones más pesados, tanto durante la lactación como durante el cebo. Esto conlleva un mayor

tiempo de estancia en los cebaderos para poder alcanzar el peso de sacrificio, y un mayor coste económico para sacarlos adelante (Quiniou *et al.*, 2002). Por otra parte, la calidad de la carne de estos cerdos es peor (Le Cozler *et al.*, 2004).

Para que las camadas numerosas sean rentables se deben implantar medidas de manejo dirigidas a mejorar la supervivencia de los lechones de bajo peso, tales como la acogida de lechones y una mayor atención durante el parto (Milligan *et al.*, 2002). La solución definitiva para las camadas heterogéneas es la selección genética a favor de la supervivencia postnatal (Rutherford *et al.*, 2013). Por ello en 2004 las empresas de genética reorientaron la selección del tamaño de camada a número de lechones vivos el día 5 postparto (Riddersholm, 2021).

2.3. Influencia de la condición corporal de la cerda en la uniformidad de la camada

Distintos factores intervienen en el rendimiento reproductivo de las cerdas, como la línea genética, la paridad, la nutrición y el entorno, entre otros (Lavery *et al.*, 2019). Concretamente, la nutrición y su impacto sobre la condición corporal (CC) de la cerda se consideran factores clave en el rendimiento productivo y reproductivo de las reproductoras (Maes *et al.*, 2004). De hecho, numerosos estudios indican que la nutrición de la madre durante la gestación es determinante para la salud de los lechones al nacimiento (Rutherford *et al.*, 2013). La condición corporal inadecuada es una de las principales causas de una salud reproductiva deficiente, una disminución de la longevidad de las cerdas y un aumento de la mortalidad perinatal de lechones (Muro *et al.*, 2023). Por ello, con el objetivo de optimizar la producción, aumentar la eficiencia y las ganancias de la industria porcina es de suma importancia que la condición corporal de la cerda sea adecuada según la fase productiva en la que se encuentre (Muro *et al.*, 2023). De este modo, tanto el sobrepeso como la desnutrición tienen un impacto negativo en los resultados reproductivos de las cerdas, además suponen una pérdida de bienestar animal (Muro *et al.*, 2023).

La obesidad predispone a desórdenes metabólicos y la desnutrición interfiere en el desarrollo corporal e impide que los ciclos hormonales transcurran con normalidad (Barb *et al.*, 2006). Esta malnutrición no solo afecta a la salud de la madre sino también a la de sus lechones (Muro *et al.*, 2023). Por un lado, la obesidad de las madres puede afectar al desarrollo fetal, ya que predispone a los lechones a tener trastornos metabólicos (Tian *et al.*, 2019). Estas alteraciones estructurales y metabólicas que afectan a múltiples órganos, entre ellos el útero, comprometiendo la función placentaria; lo que tiene un impacto negativo en el desarrollo de la gestación y la salud de los lechones, tanto a corto como a largo plazo (Muro *et al.*, 2023). Esta

falta de desarrollo placentario deriva, en ocasiones, en el nacimiento de lechones con signos de crecimiento intrauterino restringido (Nohr *et al.*, 2007). En un estudio realizado por Zhou *et al.*, (2018) se encontró que las cerdas con un espesor de la grasa dorsal excesivo tenían una incidencia mayor de lechones nacidos con un peso menor de 800 g, que se atribuyó a la inflamación de la placenta y, por ende, al aumento de factores de inflamación como consecuencia de la obesidad. Además, las cerdas demasiado engrasadas tienen partos más prolongados, lo que aumenta el riesgo de parir mortinatos (Oliviero *et al.*, 2010)

Por otro lado, cuando las reservas corporales de la cerda no son suficientes, tanto su ciclo y rendimiento reproductivo como el crecimiento fetal y el desarrollo neonatal pueden verse comprometidos (Vázquez-Gómez *et al.*, 2018; Muro *et al.*, 2023). Esta desnutrición tiene distintos efectos dependiendo de los nutrientes deficitarios y del metabolismo de la cerda. La carencia de aminoácidos y los cambios en el metabolismo proteico tienen un importante impacto en la productividad reproductiva (Muro *et al.*, 2023). La desnutrición de la madre reduce el total de lechones nacidos y el peso al nacimiento de estos, además aumenta la tasa de lechones con crecimiento intrauterino restringido (Wu *et al.*, 2010). Asimismo, los lechones nacidos de madres con una baja condición corporal tienen una ganancia de peso diaria menor y tardan más tiempo en alcanzar el peso de sacrificio (Vázquez-Gómez *et al.*, 2018).

2.4. Evaluación de la condición corporal de la cerda

La paridad, el peso de la cerda y su espesor del tocino dorsal deberían tenerse en cuenta para diseñar el manejo de las madres, con el fin de optimizar la productividad y mejorar la situación de los lechones (Lavery *et al.*, 2019). Para ello es esencial evaluar la condición corporal de las cerdas y maximizar el número de madres que se encuentran dentro de un rango de condición corporal adecuado (Muro *et al.*, 2023)

Los mejores métodos para determinar la condición corporal de la cerda en condiciones de campo son: pesaje con báscula, evaluación visual, medición con Caliper y medición del espesor de la grasa y magro dorsal mediante ultrasonidos (Muro *et al.*, 2023). Estas medidas deben realizarse idealmente en 4 momentos clave del ciclo reproductivo, con el objetivo de comprender los cambios metabólicos de las madres; la primera medición se debe realizar previamente a la inseminación, la segunda a mitad de la gestación, la tercera antes del parto y la última al destete (Muro *et al.*, 2023).

2.4.1. Visual

En el sector porcino el método para monitorizar la condición corporal más utilizado a nivel de campo es la evaluación visual, que consiste en puntuar a las cerdas con números del 1 al 5 (Maes *et al.*, 2004) en base a unos criterios morfológicos preestablecidos (Figura 2).

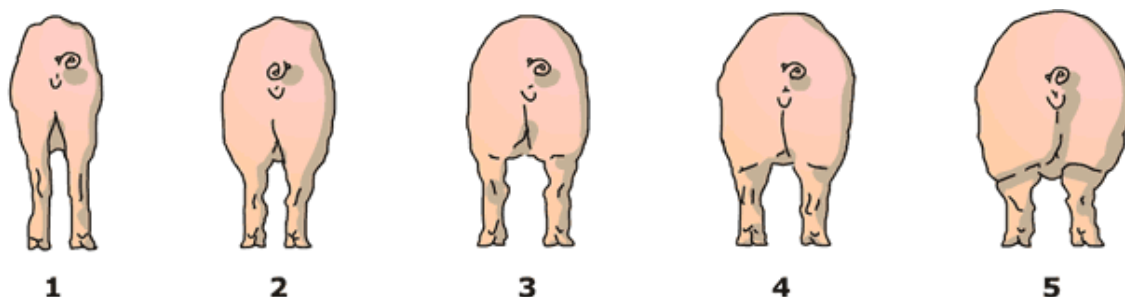


Figura 2: Plantilla para la evaluación visual (Sanz *et al.*, 2012).

La ventaja de este método es que es de muy fácil aplicación, ya que no es necesario ningún material adicional y nos ofrece información muy relevante. Sin embargo, se trata de un método muy subjetivo y, por tanto, poco preciso; que depende en gran medida de la experiencia y del entrenamiento que haya recibido el personal para realizarlo (Maes *et al.*, 2004). Además, la evaluación visual de la CC de la cerda se puede ver influenciada por la paridad y la fase de la gestación (Muro *et al.*, 2023).

2.4.2. Caliper

El Caliper es una herramienta que mide la angularidad que existe entre la apófisis espinosa y la apófisis transversa de las vértebras a la altura de la última costilla (Figura 3), este se basa en la premisa de que cuando una cerda pierde peso la grasa y músculos de esta disminuyen, provocando que el lomo se vuelva más angular (Knauer y Baitinger, 2015). El Caliper permite al operario realizar medidas rápidas y más precisas que la evaluación visual (Muro *et al.*, 2023).

La mayor desventaja del Caliper es que se diseñó y estandarizó para medir la CC de cerdas de líneas genéticas modernas, por lo que no se puede utilizar para medir madres con otro tipo de conformación física (Knauer y Baitinger, 2015).

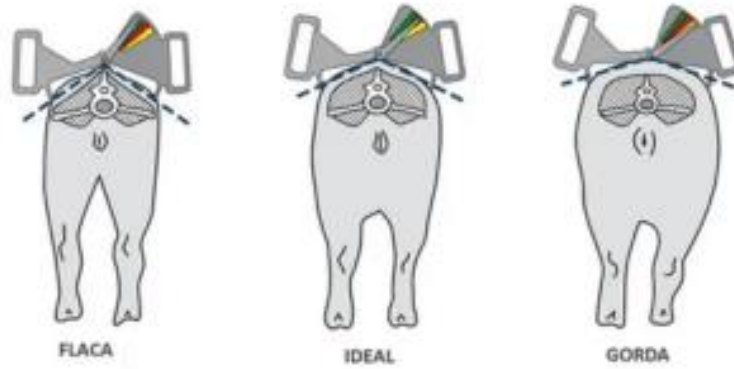


Figura 3: Medición con Caliper (Masi, 2021).

2.4.3. Medición mediante ultrasonidos

La medición del espesor de la grasa dorsal de la cerda es la medida más precisa y objetiva para conocer la condición corporal de la cerda, ya que refleja el contenido total de grasa de su cuerpo (Mullan y Williams, 1990). No obstante, en las líneas genéticas actuales no solo se debe medir el espesor de la grasa dorsal sino también el del músculo del lomo, ya que estas tienen un gran desarrollo muscular (Muro *et al.*, 2023). Cuantificar el espesor del músculo *longissimus dorsi* nos ofrece información sobre la masa proteica de la cerda (Schenkel *et al.*, 2010). Por lo tanto, para conocer con mayor precisión el estado metabólico de las cerdas es más adecuado medir tanto el espesor de la grasa dorsal como del músculo del lomo (Muro *et al.*, 2023)

El espesor de la grasa (EGD) y el espesor del músculo dorsal (EMD) deben medirse con el ecógrafo en modo B en el punto P2 (Figura 4), es decir, a una distancia de 6-8 cm de la columna hacia lateral, a la altura de la última costilla (Maes *et al.*, 2004)

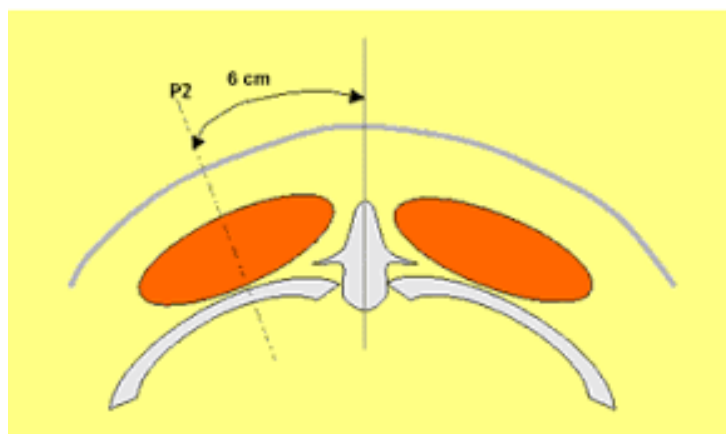


Figura 4: Punto P2 de la cerda (Faccenda, 2005).

Un mayor espesor de la grasa dorsal en la última fase de la gestación conlleva mejores resultados reproductivos. En un estudio realizado por Lavery *et al.* (2019) determinaron que existe una

relación significativa entre el EGD de la madre en el día 110 de gestación y un mayor peso de los lechones al destete. De modo que en el día 110 de gestación cada milímetro más de espesor de la grasa dorsal se relacionó con un aumento de 0,005 Kg de peso al nacimiento de los lechones. Asimismo, determinaron una correlación positiva entre el espesor de la grasa dorsal la semana previa al parto con el tamaño de la camada y el número de lechones nacidos vivos. Sin embargo, un EGD excesivo también conlleva efectos negativos, como una prolongación del parto cuando este supera los 20 mm (Oliviero *et al.*, 2010) o una mayor tasa de mortalidad y un menor peso al destete cuando este supera los 23 mm (Zhou *et al.*, 2018). En cambio, las cerdas con menos de 15 mm de grasa dorsal tienen una mayor tasa de mortinatos, un menor número de lechones y de lechones nacidos vivos; además de un menor peso de estos al nacimiento y un mayor número de lechones con signos de crecimiento intrauterino restringido (Muro *et al.*, 2023).

En cuanto al espesor de la grasa dorsal en el momento del parto y la variación de pesos al nacimiento, algunos autores concluyen que existe una correlación entre estos dos parámetros (Riddersholm *et al.*, 2021), mientras que otros no han hallado relación entre ellos (Lavery *et al.*, 2019). Sin embargo, estos estudios coinciden en que una condición corporal pobre en el momento de la ovulación provoca un aumento de la variación del peso de la siguiente camada (Campos *et al.*, 2012), por lo que una pérdida importante de reservas corporales durante la lactación sí influye en la uniformidad de la siguiente camada. Esto se debe a que el estado metabólico de la cerda afecta a la calidad de ovocitos y folículos y a la consiguiente supervivencia embrionaria (Van den Brand *et al.*, 2006).

En definitiva, en las actuales líneas genéticas, se recomienda que las cerdas multíparas se encuentren dentro de un rango de 16-20 mm y las nulíparas dentro de los 15-19 mm de espesor de grasa dorsal (Figura 5), así como en una medida del Caliper de 12,5-14 y una puntuación visual de 3 a 3,5 (Muro *et al.*, 2023).

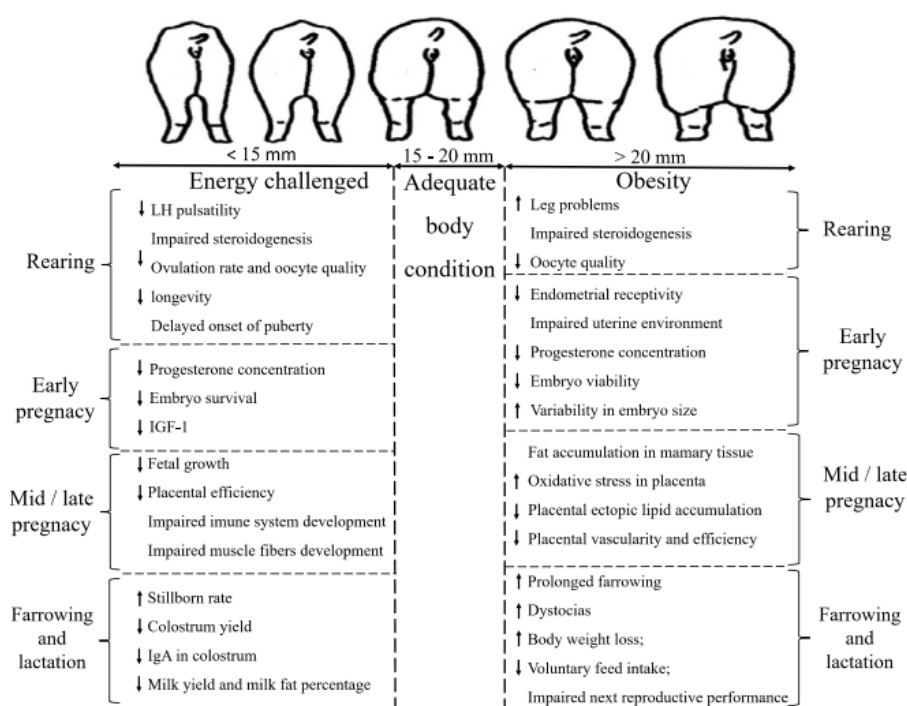


Figura 5: Condición corporal de la cerda ideal (Muro *et al.*, 2023).

3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El uso de cerdas hiperprolíficas en los últimos años ha conllevado una mayor productividad de las cerdas reproductivas al aumentar en el número de lechones por cerda y año. Este aumento en el número de los lechones ha supuesto un menor peso al nacimiento y una mayor heterogeneidad en la camada. Uno de los factores que pueden afectar el rendimiento reproductivo de estas cerdas hiperprolíficas y consecuentemente el número y peso de lechones nacidos vivos, es la condición corporal de la cerda al parto. Por ello, teniendo en cuenta la importancia del peso de los lechones al nacimiento sobre el crecimiento y desarrollo en fases de producción posteriores, el objetivo principal de este Trabajo Fin de Grado es **evaluar el efecto de la condición corporal de la cerda sobre el peso del lechón recién nacido y su variabilidad dentro de la camada**. A su vez, este trabajo persigue los objetivos específicos detallados a continuación:

- Monitorizar la condición corporal de la cerda al parto mediante cuatro métodos de evaluación (Visual, Caliper y medición del espesor de la grasa y el músculo dorsal mediante ultrasonidos) y calcular la correlación entre los diferentes métodos.
- Evaluar el efecto de la condición corporal sobre el número de lechones nacidos vivos y muertos, el peso del lechón al nacimiento, el peso medio de la camada y la heterogeneidad de la misma.
- Determinar el efecto de la paridad sobre el número de lechones nacidos vivos y muertos, el peso del lechón al nacimiento, el peso medio de la camada y la heterogeneidad de la misma.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Selección de la granja, cerdas reproductoras y lechones

El estudio se realizó en una granja de 3.200 cerdas reproductoras con genética hiperprolífica (DanBred) ubicada en la comarca de los Monegros, Huesca. Se trata de una granja fase 1, con manejo a 5 bandas, que se dedica a la producción de lechones de 6 kg, los cuales son destetados entre los 24 y los 28 días de vida.

La granja cuenta con 5 naves en las que se distribuyen las cerdas según la etapa del ciclo reproductivo en la que se encuentran: cuarentena, control-cubrición, gestación y maternidad. Las cerdas entran en la nave de maternidad en la semana previa al parto, estas se distribuyen en salas de 30 plazas (Figura 6), que a su vez se organizan en 5 módulos de 5 salas cada uno. Solo se separan en salas diferentes las primerizas de las multíparas, no se hacen distinciones entre el resto de paridades. En la granja seleccionada las jaulas fijas de la maternidad se abren una semana después del parto para que las cerdas tengan acceso al corral completo y una mayor amplitud de movimiento.



Figura 6: Sala de maternidad de la granja seleccionada.

4.2. Evaluación de la condición corporal de la cerda

Para evaluar la condición corporal de las cerdas hiperprolíficas, en total, se seleccionaron 509 cerdas de un mismo lote. Estas cerdas representaban las distintas paridades presentes en la granja desde el parto 1 al 7 (Figura 7):

- Primera paridad: 93
- Segunda paridad: 204
- Tercera paridad: 64
- Cuarta paridad: 50
- Quinta paridad: 18
- Sexta paridad: 8
- Séptima paridad: 72



Figura 7: Cerdas medidas por cada paridad.

La evaluación de la condición corporal de las cerdas se realizó mediante cuatro métodos distintos: visual, Caliper y medición del espesor de la grasa y el músculo dorsal mediante ultrasonidos (Ecógrafo Echoscán T-300 ® con sonda sectorial (3,5-5MHz)). Esta se llevó a cabo una semana antes de la fecha prevista de parto y todas ellas fueron realizadas por la misma persona con el objetivo de minimizar la subjetividad y la variabilidad en los resultados.

Al ser las madres del mismo lote, todos los lechones seleccionados para el estudio (n=2868) nacieron en el plazo de una semana.

4.3. Monitorización del peso de los lechones al nacimiento

Para la monitorización del peso de los lechones, se seleccionaron aleatoriamente 180 camadas (Figura 9) de distinta paridad (Figura 8), sumando un total de 2.868 lechones. Los lechones nacidos vivos se pesaron individualmente con una báscula electrónica de precisión (Obergozo Pc 5500 ®) en las primeras 24 horas tras el parto, una vez este había concluido y la cerda había expulsado la placenta completa.

- Camadas de primera paridad: 46
- Camadas de segunda paridad: 50
- Camadas de tercera paridad: 24
- Camadas de cuarta paridad: 24
- Camadas de quinta paridad: 6
- Camadas de sexta paridad: 3
- Camadas de séptima paridad: 27



Figura 8: camadas pesadas por cada paridad.



Figura 9: Camada objeto de estudio.

Además, se registraron otros datos reproductivos adicionales como el número de lechones totales, los nacidos muertos y los momificados de cada cerda.

4.4. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se ha realizado mediante el programa IBM SPSS Statistics 22.0, siguiendo el texto de Petrie y Watson (2013) para la aplicación e interpretación de los test estadísticos. Las variables se han resumido usando la media (m) y la desviación estándar (SD). La heterogeneidad de las camadas se ha evaluado mediante el coeficiente de variación ($CV (\%)$); para cada camada se estiman la media y la desviación estándar de los pesos de los lechones al nacimiento y se calcula el coeficiente de variación como $(m/SD) \times 100$. Las correlaciones entre variables cuantitativas se han analizado mediante el coeficiente de correlación de Pearson (r). El ANCOVA (análisis de covarianza) se ha utilizado para la comparación de medias (variable cuantitativa continua) entre diversos grupos, considerando las covariables necesarias. Si no es necesario considerar covariables, la comparación de medias entre grupos se realizó mediante ANOVA (análisis de varianza) a una vía. Alternativamente, se ha usado la prueba de Kruskal – Wallis (prueba no paramétrica) para estas comparaciones cuando la variable era cuantitativa discontinua. En todos los casos, valores de p inferiores a 0,05 se consideran como significativos. Si se detectan diferencias globalmente entre las medias de más de dos grupos, se realizan comparaciones múltiples a posteriori aplicando la corrección de Bonferroni.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación de la condición corporal de la cerda con los distintos métodos

Los resultados de la monitorización de la condición corporal de las cerdas de las distintas paridades a través del método visual, del Caliper, y de la medición con ultrasonidos se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Media y desviación estándar de las mediciones de la condición corporal con los distintos métodos respecto a la paridad.

PARIDAD	N	VISUAL	CALIPER	EGD (mm)	EMD (mm)
1	93	3,30±0,55	14,54±2,03	13,95±1,39	51,47±7,24
2	204	3,28±0,46	15,75±1,93	14,57±1,58	53,36±7,53
3	64	3,29±0,55	15,50±2,08	14,51±2,11	52,70±7,70
4	50	3,32±0,78	15,21±2,75	14,35±2,55	53,65±9,51
5	18	3,19±0,34	15,05±1,45	13,97±1,91	52,92±5,17
6	8	3,18±1,09	14,62±3,10	14,06±2,90	51,26±9,67
7	72	3,31±0,64	15,27±1,98	14,86±2,68	53,67±8,06
TOTAL	509	3,29±0,56	15,33±2,11	14,44±1,96	52,96±7,75

5.2. Correlación entre los distintos métodos de evaluación de la condición corporal

La correlación entre las distintas técnicas de evaluación de la condición corporal se detalla en la Tabla 2. En todos los casos, es positiva y mayor a 0,423. La correlación más elevada se observa entre la evaluación visual y el Caliper ($r=0,766$). Por otro lado, la correlación más baja se da entre el espesor de la grasa dorsal y el espesor del músculo dorsal ($r=0,423$).

Tabla 2. Correlación entre los distintos métodos de evaluación de la condición corporal.

CORRELACION	VISUAL	CALIPER	EGD (mm)	EMD (mm)
VISUAL	-	0,766*	0,552*	0,644*
CALIPER	0,766*	-	0,526*	0,729*
EGD	0,552*	0,526*	-	0,423*
EMD	0,644*	0,729*	0,423*	-

La estrella en el superíndice indica diferencias estadísticamente significativas en el nivel 0,01.

Los resultados obtenidos están en línea con los descritos en otros estudios previos, como el realizado por Muro *et al.*, (2023), obteniéndose unos valores de correlación similar entre la puntuación visual y el Caliper de $r=0,60-0,77$. Cabe destacar, que en contra de lo que esperamos, el método de evaluación visual presentó una alta correlación con el resto de sistemas de evaluación, a pesar de la subjetividad que este método implica. No obstante, en este estudio, el hecho de que fuese la misma persona la que evaluó y puntuó a todas las cerdas por los distintos métodos, pudo minimizar el posible sesgo y subjetividad en las mediciones.

En cuanto a la menor correlación entre el EGD y el EMD, Carrión-López *et al.*, (2024) apuntan que, en las líneas genéticas modernas, mucho más magras y menos grasas que las tradicionales, el metabolismo del último tercio de la gestación y el inicio de la lactación puede reducir las reservas de magro sin provocar movilizaciones en las de grasa y sin afectar de forma notable a la condición corporal de la madre. En su estudio, el EGD al final de la gestación mostró una correlación moderada con el EMD al final de la gestación, con un coeficiente de correlación mayor a 0,4; resultado similar al del presente estudio ($r=0,423$).

5.3. Efecto de la condición corporal sobre los lechones nacidos vivos y nacidos muertos

El efecto de la condición corporal de la cerda sobre los lechones nacidos vivos (NV) y nacidos muertos (NM) se recoge en la tabla 3. Los NM se correlacionan significativa y negativamente con la medida del Caliper, el espesor del músculo dorsal y la puntuación visual, aunque la correlación es baja. Por otro lado, los NV tienen una correlación significativa únicamente con el espesor del músculo dorsal. El espesor de la grasa dorsal no se relaciona significativamente ni con los NM ni con los NV. Por consiguiente, a mayor condición corporal de la cerda menos nacidos muertos parirá.

Tabla 3. Correlación entre los distintos métodos de evaluación de la condición corporal y los NV y NM.

CORRELACION	N	NACIDOS VIVOS	NACIDOS MUERTOS
VISUAL	180	0,097	-0,209*
CALIPER	180	0,079	-0,159*
EGD	180	-0,025	-0,081
EMD	180	0,161*	-0,171*

La estrella en el superíndice indica diferencias estadísticamente significativas en el nivel 0,05.

Una baja condición corporal de la madre reduce el total de lechones nacidos y su peso al nacimiento. Asimismo, las cerdas que pierden más de un 10 % de su peso corporal durante la

lactancia tienen menos nacidos totales en la siguiente camada (Muro *et al.*, 2023). La bibliografía consultada solo relaciona el número de nacidos totales, vivos y muertos con el espesor de la grasa dorsal y el peso de la cerda. No hemos encontrado estudios relativos a la relación existente entre estos parámetros y el espesor del músculo dorsal, el Caliper o la evaluación visual. En cuanto al EGD, las cerdas con menos de 12,5 mm tienen más nacidos muertos y menos nacidos totales y vivos (Muro *et al.*, 2023). Sin embargo, en este estudio no se ha encontrado una relación significativa de los NV y NM con el EGD, lo que podría explicarse porque las cerdas evaluadas son hiperprolíficas y tienen una conformación muy magra. En relación con el peso de la cerda, un mayor peso en el día 110 de gestación tiene correlación positiva con el total de nacidos y nacidos vivos (Lavery *et al.*, 2019).

5.4. Efecto de la condición corporal de la cerda en el peso individual al nacimiento del lechón

Únicamente la medida con el Caliper y el espesor del músculo dorsal tienen una correlación significativa con el peso individual del lechón al nacimiento (Tabla 4). En ambos casos es positiva y muy bajo. Este resultado podría explicarse con el alto coeficiente de correlación obtenido entre estos dos métodos de evaluación ($r=0,7299$).

Tabla 4. Correlación entre el peso individual de los lechones y los distintos métodos de evaluación de la CC de la cerda.

CORRELACIÓN	N	PESO INDIVIDUAL (Kg)
VISUAL	180	-0,001
CALIPER	180	0,085*
EGD	180	0,032
EMD	180	0,111*

La estrella en el superíndice indica diferencias estadísticamente significativas en el nivel 0,05.

En este trabajo se ha evaluado por primera vez el efecto de la condición corporal de la madre medida por los métodos de Caliper, EMD y puntuación visual sobre el peso de los lechones y la variación del mismo; puesto que en la bibliografía ya existente estos parámetros solo se relacionan con el peso de la madre y con su EGD. Por ello, sería conveniente realizar más estudios que aumentasen la información obtenida con estos sistemas de medida de la CC de la cerda.

Muro *et al.* (2023) describieron una correlación positiva entre un EGD mayor a 23 mm y la tasa de lechones nacidos pesando menos de 800 g. Sin embargo, también encontraron que las cerdas con menos de 12,5 mm de EGD tienen lechones menos pesados. No obstante, otros autores

reportan no haber encontrado correlación entre el espesor de la grasa dorsal y el peso de los lechones al nacimiento (Riddersholm *et al.*, 2021), como sucede en el presente estudio. Con respecto al peso corporal de la madre, por cada 10 Kg ganados por la cerda durante la gestación hasta el día 110 se incrementa el peso individual del lechón al nacimiento en 0,02 Kg.

5.5. Efecto de la condición corporal de la cerda sobre el peso medio de la camada al nacimiento

De igual manera que en peso individual, el peso medio de la camada se correlaciona significativamente con la medida del Caliper y el espesor del músculo dorsal (Tabla 5). Sin embargo, en este caso también existe una correlación significativa con la puntuación visual, a diferencia del peso individual del lechón. Las 3 relaciones son positivas pero bajas. Estos resultados pueden encontrar su explicación en que estos tres métodos tienen un coeficiente de correlación muy alto entre ellos (Tabla 2).

Tabla 5. Correlación entre el peso medio de la camada y los distintos métodos de evaluación de la CC de la cerda.

CORRELACION	N	PESO MEDIO DE LA CAMADA
VISUAL	180	0,165*
CALIPER	180	0,236*
EGD	180	0,086
EMD	180	0,296*

La estrella en el superíndice indica diferencias estadísticamente significativas en el nivel 0,05.

Existen pocos estudios que se centren en el peso medio de la camada, pues la mayoría lo hacen sobre el peso del lechón individual. No obstante, Muro *et al.* (2023) hallaron una correlación negativa entre el EGD mayor a 23 mm y el peso medio de la camada al nacimiento.

5.6. Efecto de la condición corporal de la cerda en la heterogeneidad del peso de la camada al nacimiento

Ningún método de evaluación de la condición corporal de la cerda tiene correlación con la heterogeneidad de la camada (Tabla 6). Sin embargo, Quesnel *et al.* (2008) aseguran encontrar una correlación significativa entre la condición corporal de la madre y el coeficiente de variación del peso al nacimiento, aunque la relación es muy débil y deja de ser significativa si la paridad de la cerda se considera como factor de variación por separado. En parte este autor atribuye el aumento del CV con la condición corporal al aumento de esta con la paridad. Es decir, la CC de la cerda aumenta con la edad, sobre todo durante las primeras paridades, por lo que la

correlación existente entre el CV y la CC se ve condicionada por la paridad y no depende solo de la CC de la cerda. Asimismo, Quesnel *et al.* (2008) determinaron que la heterogeneidad aumenta con el espesor de la grasa dorsal al final de la gestación. De igual modo Riddersholm *et al.* (2021) encontraron un aumento del CV de un 0,49 % en primíparas y del 0,18 % en multíparas con cada milímetro más de espesor de grasa dorsal.

Con toda probabilidad, ninguno de los métodos de evaluación tiene una correlación significativa con la heterogeneidad de la camada porque, para el análisis estadístico del presente estudio, no se ha tenido en cuenta la paridad.

Tabla 6. Correlación entre la heterogeneidad del peso de la camada y los distintos métodos de evaluación de la CC de la cerda.

CORRELACION	N	HETEROGENEIDAD DEL PESO DE LA CAMADA
VISUAL	180	0,132
CALIPER	180	0,100
EGD	180	-0,088
EMD	180	0,146

La estrella en el superíndice indica diferencias estadísticamente significativas en el nivel 0,05.

5.7. Efecto de la paridad de la cerda sobre los lechones nacidos vivos y nacidos muertos

No se han detectado diferencias significativas entre los distintos grupos, ni para los nacidos vivos ni para los nacidos muertos. Por el contrario, los resultados de otros estudios sí muestran diferencias significativas entre las distintas paridades, coincidiendo todos ellos en que las cerdas de primera y segunda paridad tienen un menor número de nacidos totales y nacidos vivos (Lavery *et al.*, 2019; Quiniou *et al.*, 2002; Milligan *et al.*, 2002; Wientjes *et al.*, 2012). Las cerdas de mediana edad, concretamente de paridades 3 y 4, son las que mayor número de lechones nacidos totales y vivos paren, mientras que las cerdas de paridades superiores tienen porcentajes de nacidos muertos mayores que el resto de grupos (Lavery *et al.*, 2019; Milligan *et al.*, 2002; Wientjes *et al.*, 2012). Cabe destacar que, aunque no se trata de una diferencia significativa, en los resultados del presente estudio se puede apreciar que las cerdas de cuarta paridad son las que mayor número de lechones nacidos vivos y totales tienen (Tabla 7). Sobre todo, si se tienen en cuenta las altas desviaciones del número de lechones nacidos vivos y muertos. Asimismo, se puede apreciar la tendencia creciente del número de lechones nacidos muertos con el número de parto en la mayoría de las paridades evaluadas. Esta tendencia creciente puede deberse a la pérdida de tono uterino de las cerdas con cada gestación, que

provoca que las madres con paridades más altas tengan una tasa superior de lechones nacidos muertos (Milligan *et al.*, 2002). Por otro lado, cabe comentar que la media de nacidos muertos en la paridad 6 fue menor. Este hallazgo podría deberse al menor número de camadas evaluadas (n=3) en este grupo, que podría suponer un sesgo en los resultados de esta paridad.

Tabla 7. Media y desviación estándar del número de lechones nacidos vivos y muertos según la paridad de la madre.

PARIDAD	N	N.º LECHONES NACIDOS VIVOS	N.º LECHONES NACIDOS MUERTOS
1	46	16,04±3,470	2,46±3,082
2	50	15,30±4,112	2,24±2,016
3	24	15,83±3,761	3,42±2,717
4	24	16,67±4,556	3,67±3,074
5	6	15,00±3,347	3,83±1,835
6	3	16,00±2,000	2,33±2,082
7	27	16,52±3,984	3,67±2,732
TOTAL	180	15,93±3,882	2,91±2,702

5.8. Efecto de la paridad de la cerda sobre el peso del lechón individual al nacimiento

El análisis de datos detecta una diferencia altamente significativa entre la paridad 1 y las paridades 2, 3, 4 y 7. Las cerdas de primera paridad tienen lechones menos pesados que las cerdas del resto de paridades (Tabla 8). Igualmente, Milligan *et al.* (2002) reseñaron un aumento significativo del peso en los lechones a partir de la segunda paridad y lo atribuyeron al crecimiento del tamaño del útero de las madres. Asimismo, Lavery *et al.* (2019) determinaron en un estudio que la media del peso de los lechones al nacimiento fue más baja en cerdas primerizas, sus lechones pesaron de media 0,1 Kg menos que los de las paridades 3 y 4. Sin embargo, las cerdas de segunda paridad tuvieron lechones de peso similar a las cerdas de tercera a quinta paridad.

Durante la primera gestación las cerdas nulíparas siguen siendo inmaduras, su organismo todavía no se ha desarrollado cuanto debería, por lo que destinan parte de la energía que ingieren a continuar creciendo mientras gestan paralelamente su primera camada. A esto se suma que las cerdas nulíparas, como consecuencia de su menor tamaño, tienen una menor capacidad de ingesta que las múltiparas y, por ende, ingieren una menor cantidad de alimento durante la gestación (Lavery *et al.*, 2019), lo que limita sus reservas corporales (Muro *et al.*,

2023). Estas premisas pueden justificar el menor peso al nacimiento de los lechones de las cerdas primíparas.

Tabla 8. Media y desviación estándar del peso individual del lechón (kg) según la paridad de la madre.

PARIDAD	N	PESO
1	738	1,1829 ±0,3428
2	766	1,3055±0,32446
3	380	1,3239±0,35352
4	400	1,2872±0,34059
5	90	1,2572±0,34767
6	48	1,3250±0,27599
7	446	1,2639±0,34274
TOTAL	2868	1,2662±0,34201

5.9. Efecto de la paridad de la cerda sobre el peso medio de la camada al nacimiento

A pesar de que el peso individual de los lechones si es significativamente menor en las cerdas de primera paridad, el peso medio de la camada al nacimiento no lo es (Tabla 9). Aunque sí es menor que el del resto de paridades, a excepción de la paridad 5, cuyos datos no son representativos ya que solo se pesaron 6 camadas para esta paridad. Coincidiendo con estos resultados Wientjes *et al.* (2012) concluyeron que la paridad de la cerda no influye en el peso de la camada al nacimiento. No obstante, otros estudios sí han demostrado que el peso medio al nacimiento de las camadas de cerdas primerizas es menor que el de las camadas de cerdas de mayor paridad (Milligan *et al.*, 2002)

El peso medio de las camadas aumenta desde la paridad 1 hasta la 4 y posteriormente disminuye hasta la 7 (Tabla 9), lo que concuerda con los resultados del estudio realizado por Riddersholm *et al.* (2021), que determinaron que las cerdas de quinta paridad en adelante tuvieron camadas menos pesadas que las cerdas de segunda a cuarta paridad.

Tabla 9. Media y desviación estándar del peso medio de la camada según la paridad de la madre

PARIDAD	N	PESO CAMADA
1	46	18,9784±4,71196
2	50	19,9803±4,65454
3	24	20,9625±5,17167

4	24	21,4542±5,66919
5	6	18,8583±5,87260
6	3	21,2000±3,10966
7	27	20,8778±4,54552
TOTAL	180	20,1693±4,89718

5.10. Efecto de la paridad de la cerda en la heterogeneidad del peso de la camada al nacimiento

Se detectan diferencias significativas en la heterogeneidad de las paridades 1 y 2. La paridad 1 tiene un mayor coeficiente de variación (CV) (22,4 %) por lo que las camadas de cerdas primerizas tienen menos uniformidad, mientras que las cerdas de segunda paridad tienen un coeficiente de variación menor (18,37 %), siendo sus camadas las más homogéneas (Tabla 10) (Figura 10). A pesar de que en las cerdas de sexta paridad el CV es tan solo del 16,01 % no se tiene en cuenta para el estudio, puesto que únicamente se pesaron 3 camadas para esta paridad y, por tanto, se considera que los datos pueden estar sesgados. De igual forma Quesnel *et al.* (2008) determinaron que las cerdas segunda paridad tienen un CV menor que el resto de paridades. Sin embargo, las cerdas de primera paridad también presentaron un CV bajo, a diferencia de los resultados de este estudio. Asimismo, Milligan *et al.* (2002) determinaron que las camadas de cerdas primíparas tienen un menor CV que el resto de las paridades, aunque no con una diferencia significativa.

Tabla 10. Media y desviación estándar del coeficiente de variación de los pesos dentro de la camada según la paridad de la madre.

PARIDAD	N	% CV
1	46	22,4904±6,69506
2	50	18,3734±5,29935
3	24	20,7201±6,84701
4	24	20,7481±5,42235
5	6	21,9393±7,13845
6	3	16,0151±1,76779
7	27	21,9651±5,84345
TOTAL	180	20,6734±6,17835

La heterogeneidad de las camadas aumenta con la paridad (Wienjes *et al.*, 2012). Tanto es así que el coeficiente de variación en cerdas de quinta paridad en adelante resultó ser un 1,39 % mayor que en cerdas de segunda a cuarta paridad (Riddersholm *et al.*, 2021). En los resultados del presente estudio puede observarse una tendencia similar, siendo el CV de la paridad 7 un 1,22 % mayor que el de la cuarta paridad (Tabla 10).

La homogeneidad de la camada está fuertemente condicionada por el tamaño de esta, cuantos más lechones nacidos hay, mayor es la heterogeneidad. Por ello diversos estudios atribuyen la mayor uniformidad de las camadas de cerdas de primera y de segunda paridad con el menor tamaño de sus camadas (Quesnel *et al.*, 2008; Milligan *et al.*, 2002). Coincidiendo con esta premisa las cerdas de segunda y sexta paridad (paridades con camadas más homogéneas) tienen los tamaños medios de camada más bajos; 15,30 y 15,00 lechones por camada respectivamente.

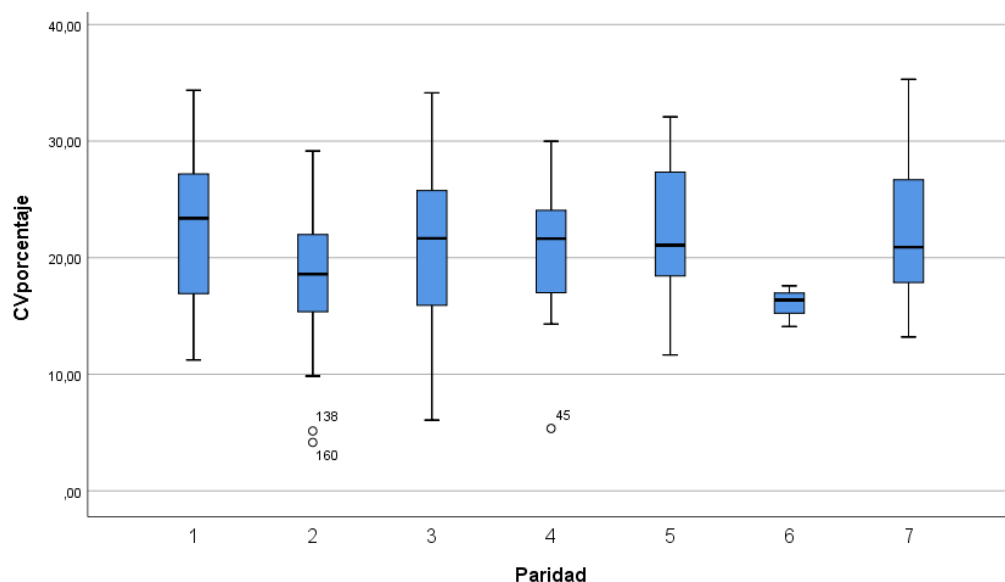


Figura 10: Efecto de la paridad sobre el coeficiente de variación del peso al nacimiento.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones principales de este trabajo Fin de Grado respecto a la influencia de la condición corporal de la cerda sobre el lechón recién nacido se detallan a continuación:

- 1- La correlación entre los distintos métodos de evaluación de la condición corporal fue altamente significativa, detectándose la mayor correlación entre el método Caliper y evaluación visual.
- 2- Las cerdas de primera paridad tuvieron lechones con un menor peso que las cerdas del resto de paridades. Por tanto, es importante priorizar el cuidado de las camadas de las cerdas primerizas para aumentar su supervivencia.
- 3- La paridad no influye en el número de lechones nacidos vivos y nacidos muertos, mientras que la CC de la cerda sí lo hace (a mayor CC menor número de nacidos muertos).
- 4- Las paridades 1 y 2 tuvieron efecto sobre la heterogeneidad de la camada, siendo las cerdas primerizas las que mayor CV tienen y las de segunda paridad las que menor CV presentan.
- 5- El peso del lechón recién nacido individual y el peso medio de la camada al nacimiento se ven influenciados por la CC de la cerda medida con el Caliper y el espesor del músculo dorsal. En cambio, no se observó efecto con el espesor de la grasa dorsal.
- 6- La paridad y la condición corporal de la cerda tiene un importante efecto en el lechón recién nacido. Por ello, es de vital importancia que la CC de las madres sea adecuada durante todo el ciclo reproductivo, con el fin de maximizar el bienestar de los lechones.

CONCLUSIONS

The main conclusions of this Final Degree project regarding the monitoring of the influence of sow body condition on newborn piglet are detailed below:

- 1- Different methods to evaluate the sow BC showed a significative correlation between them, being the highest correlation the observed between Caliper and visual score.
- 2- Piglets coming from primiparous sows had lower weigh than older sows. Thus, the care of litters from primiparous sows is important to increase the piglet's survival.
- 3- The number of born alive piglets and stillbirths was not affected by the parity. In contrast, the number of stillbirths decrease when the sow's BC was higher, suggesting an effect of the BC on this parameter.
- 4- Parity influenced the litter heterogeneity, being parity 1 the group with the highest heterogeneity and the 2nd parity the lowest.
- 5- Both individual newborn piglet weight and average litter weight at birth were influenced by Caliper and loin muscle depth, but not with backfat thickness.
- 6- Parity and sow's body condition had an important effect on the newborn piglet. Therefore, it is very important that the BC of the sows is adequate throughout the reproductive cycle in order to maximise the welfare of the piglets.

7. VALORACIÓN PERSONAL Y AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo me ha permitido ampliar mis conocimientos sobre la producción porcina; así como mejorar mis habilidades de manejo de los animales durante la realización del estudio experimental, que a su vez me ha ayudado a familiarizarme con el trabajo en la granja y a acercarme un poco más al sector porcino, en el que espero desarrollarme como profesional en el futuro.

Por otra parte, he podido conocer y utilizar nuevos motores de búsqueda bibliográfica y mejorar mi destreza en la búsqueda de artículos científicos. También he descubierto nuevos métodos de organización de la información, la bibliografía y las citas, que me han servido para ser más ordenada y eficiente en la realización de la presente memoria. De la misma forma he podido mejorar mis competencias en Excel, en el tratamiento de datos y he aprendido a interpretar resultados de estadística.

Finalmente me gustaría terminar este trabajo con unos breves agradecimientos:

A mis padres y mi hermano, por apoyarme siempre y animarme a estudiar, y por hacerlo posible.

A Ángela, por acompañarme en esta etapa tan bonita y ser siempre mi apoyo incondicional.

A Laura Garza, Mariví Falceto y Teresa Tejedor, por toda su atención y ayuda, y por poner tanto empeño en este trabajo y en mi formación.

8. BIBLIOGRAFÍA

Andrimner. (2018). Importancia de los caracteres maternales en la cadena de producción. Monográficos Suis.

Barb CR., Kraeling RR., Rampacek GB. Y Hausman, GJ. (2006). The role of neuropeptide Y and interaction with leptin in regulating feed intake and luteinizing hormone and growth hormone secretion in the pig. *Reproduction*, vol.131, pp. 1127–1135. DOI: 10.1530/rep.1.01108

Baxter, E.M., Schmitt, O. y Pedersen, L.J. (2020). Managing the litter from hyperprolific sows. *The suckling and weaned piglet*, pp. 71-106. DOI 10.3920/978-90-8686-894-0_3

BOE. (2020). Real Decreto 306/2020, de 11 de febrero, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas, y se modifica la normativa básica de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo. Boletín Oficial del Estado, Núm. 28, de 13 de febrero de 2020, pp. 13761-13791. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/02/11/306>

Boulot, S., Quesnel, H. y Quiniou, N. (2008). Management of high prolificacy in french herds: can we alleviate side effects on piglet survival? *Advances in pork production*, vol. 19, pp. 213.-220.

Boulot, S. y Badouard, B. (2010). L'hyperprolificité a-t-elle des conséquences défavorables sur les résultats techniques et économiques des troupeaux de truies français? *Journées Recherche Porcine*, pp. 47-48. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303823919_L%27hyperprolificite_a-t-elle_des_consequences_defavorables_sur_les_resultats_techniques_et_economiques_des_troupeaux_de_truies_francais?enrichId=rgreq-75c9e71cb931199bd2a896c65ee545e9-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzMwMzgyMzIxOTtBUzozNzAyNTU3ODEyMjAzNTJAMTQ2NTI4NzI2NTk4Ng%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

Caballer, E. (2017). Avances genéticos y manejo de la cerda hiperprolífica. *Albeitar*, vol. 202.

Campos, PHRF., Silva, BAN., Donzele, JL., Oliveira, RFM. y Knol, EF. (2012). Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. *Animal*, vol. 6 (5), pp. 797-806. doi: 10.1017/S1751731111002242.

Carrión-López, MJ., Martínez-Miró, S. y Orengo, J. (2024). Importancia de la evaluación del espesor de grasa y de magro dorsal en cerdas hiperprolíficas. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, vol. 120 (1), pp. 51-69. DOI: 10.12706/ITEA.2023.017

Casanovas, C. (2012). ¿Cuándo igualamos las camadas? Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/%C2%BFcuando-igualamos-las-camadas_30503/

Devillers, N., Le Dividich, J. y Prunier, A. (2011). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, vol. 5 (10), pp. 1605–1612. <https://doi.org/10.1017/S175173111100067X>

Faccenda, M. (2005). Condición corporal de la cerda. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/condicion-corporal-de-la-cerda_1048/#:~:text=Un%20m%C3%A9todo%20m%C3%A1s%20objetivo%20para,altura%20de%20la%20c3%BAltima%20costilla

Falceto, MV., Mitjana, O. y Bonastre, C. (2017). Manejo reproductivo de la cerda hiperprolífica. *Albeitar*, vol. 202. Disponible en: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/13621/manejo-reproductivo-de-la-cerda-hiperproliflica.html>

Kemp, B., Da Silva, CLA. y Soede, NM. (2018). Recent advances in pig reproduction: Focus on impact of genetic selection for female fertility. *Reproduction in domestic animals*, 53 (2), pp. 28–36. <https://doi.org/10.1111/rda.13264>

Knauer, MT. y Baitinger., DJ. (2015). The sow body condition Caliper. *Applied Engineering in Agriculture*. DOI: 10.13031/aea.31.10632

Lavery, A., Lawlor, PG., Magowan, E., Miller, HM., O'Driscoll, K. y Berry, DP. (2019). An association análisis of sow parity, live-weight and back-fat Depth as indicators of sow productivity. *Animal*, vol. 13 (3), pp. 622-630. Doi: 10.1017/S1751731118001799

Le Cozler, Y., Pichodo, X., Roy, H., Guyomarc'h, C., Pellois, H., Quiniou, N., Louveau, I., Lebreton, B., Lefaucheur, L. y Gondret, F. (2004). Influence du poids individuel et de la taille de portée à la naissance sur la survie du porcelet, ses performances de croissance et d'abattage et la qualité de la viande. *Journé es de la Recherche Porcine*, vol. 36, pp. 443–450.

Maes D., Janssens G., Delputte P., Lammertyn A. y De Kruif, A. (2004). Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. *Livestock Production Science*, vol. 91, pp. 57–67. DOI:10.1016/j.livprodsci.2004.06.015

Masi, S. (2021). Evaluación de la condición corporal de la cerda: Uso de Caliper y su importancia. Disponible en: https://www.engormix.com/porcicultura/manejo-cerdas/evaluacion-condicion-corporal-cerda_a47544/

MAPA. (2023). El sector de la carne de cerdo en cifras: principales indicadores económicos. Subdirección General de Producciones Ganaderas y Cinegéticas, Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/produccion-y-mercados-ganaderos/indicadoreseconomicossectorporcino2022_tcm30-564427.pdf

Milligan, BN., Fraser, D. y Kramer, DL. (2002). Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock Production Science*, vol. 76, pp. 181-191. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00012-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00012-X)

Mullan, BP. y Williams, IH. (1990). The chemical composition of sows during their first lactation. *Animal production*, vol.51 (2), pp. 375-387.

Muro, BBD., Carnevale, RF., Leal, DF., Almond, GW., Monteiro, MS., Poor, AP., Schinckel, AP. y Garbossa, CAP. (2023). The importance of optimal body condition to maximise reproductive health and perinatal outcomes in pigs. *Nutrition Research Reviews*, vol. 36, pp. 351-371. doi:10.1017/S0954422422000129

Nohr, EA., Vaeth, M., Bech, BH., Henriksen, TB., Cattingius, S. y Olsen, Jorn. (2007). Maternal obesity and neonatal mortality according to subtypes of preterm birth. *Obstet Gynecol*, vol. 110 (5), pp. 1083-1090. DOI: 10.1097/01.AOG.0000286760.46679.f8

Oliviero C., Heinonen M., Valros, A. y Peltoniemi, O. (2010). Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Animal Reproduction Science*, vol. 119, pp. 85–91. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2009.12.009

Petrie, A. y Watson, P. (2013). Statistics for veterinary and animal science. Third edition, Blackwell Science.

Quesnel, H., Brossard, L., Valancogne, A. y Quiniou, N. (2008). Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, vol. 2 (12), pp. 1842-1849. DOI: 10.1017/S175173110800308X

Quiniou, N., Dagorn, J. y Gaudré, D. (2002). Variation of piglet's birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, vol. 78 (1), pp. 63-70. DOI: 10.1016/S0301-6226(02)00181-1

Riddersholm, KV., Bahnsen, I., Bruun, TS., de Knecht, LV. y Amdi, C. (2021). Identifying risk factors for low piglet birth weight, high within-litter variation and occurrence of intrauterine growth-restricted piglets in hyperprolific sows. *Animals*, vol 11 (9). Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ani11092731>

Rutherford, KMD., Baxter, EM., D'Eath, RB., Turner, SP., Arnott, G., Roehe, R., Ask, B., Sandoe, P., Moustsen, VA., Thorup, F., Edwards, SA., Berg, P. y Lawrence, AB. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare Journal*, vol. 22 (2), pp. 199-218. Disponible en: <https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.199>

Sanjoaquín, L. (2016). La cerda hiperprolífica: fortalezas y debilidades. Disponible en: <https://foroagroganadero.com/la-cerda-hiperprolifica-fortalezas-y-debilidades/>

Sanz, M.A., García, A. y Wennberg, J. (2012). Evaluación del estado corporal de la cerda. Disponible en: https://www.3tres3.com/articulos/evaluacion-del-estado-corporal-de-la-cerda_30922/

Schenkel, AC., Bernardi, ML., Bortolozzo, FP. y Wentz, I. (2010). Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. *Livestock Science*, vol. 132, pp. 165-172. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.06.002>

Tian, L., Wen, AY., Dong, SS., Xiao, KY., Li, H. y Yan, PS. (2019). Excessive backfat of sows at mating promotes oxidative stress and up-regulates mitochondrial-mediated apoptotic pathway in the full-term placenta. *Livestock science*, vol. 222, pp. 71-82. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.012>

USDA. (2023). Spanish Swine and Pork Production Driven Down by Lower Exports and Animal Welfare Regulations. Global Agricultural Information Network. Disponible en: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Spanish%20Swine%20and%20Pork%20Production%20Driven%20Down%20by%20Lower%20Exports%20and%20Animal%20Welfare%20Regulations%20_Madrid_Spain_SP2023-0030.pdf

Vallés, M., Espada, M. y Magallón, E. (2022). Coyuntura del sector porcino aragonés en 2022. Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, núm. 285. Disponible en:

https://www.aragon.es/documents/20127/77519864/IT_285_22.pdf/140504cf-323c-1435-295b-ee51efa8cc97?t=1668601063000#:~:text=De%20los%20m%C3%A1s%205.2%20millones,3%2C46%20millones%20y%20la

Van den Brand, H., Soede, NM., y Kemp, B. (2006). Supplementation of dextrose to the diet during the weaning to estrus interval affects subsequent variation in within-litter piglet birth weight. *Animal Reproduction Science*, vol. 91, pp. 353–358. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2005.04.009

Vázquez-Gómez, m., García-Contreras, C., Torres-Rovira, L., Astiz, S., Óvilo, C., González-Bulnes, A. y Isabel, B. (2018). Maternal undernutrition and offspring sex determine birth-weight, postnatal development and meat characteristics in traditional swine breeds. *J Anim Sci Biotechnol*, vol. 9, pp. 1-15. DOI: 10.1186/s40104-018-0240-6

Wientjes, JGM., Soede, NM., Van der Peet-schwering, CMC., Van den Brand, H. y Kemp, B. (2012). Piglet uniformity and mortality in large organic litters: Effects of parity and pre-mating diet composition. *Livestock Science*, vol. 144 (3), pp. 218-229. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.11.018>

Wu, G., Bazer, FW., Burghardt, RC., Johnson, GA., Kim, SW., Li, XL., Satterfield, MC. y Spencer, TE. (2010). Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: mechanisms and implications for swine production. *J Anim Sci*, vol. 88 (13), pp. 195-204. DOI: 10.2527/jas.2009-2446.

Zhou, Y., Xu, T., Cai, A., Wu, Y., Wei, H., Jiang, S. y Peng, J. (2018). Excessive backfat of sows at 109 d of gestation induces lipotoxic placental environment and is associated with declining reproductive performance. *J Anim Sci*, vol. 96 (1), pp. 250-257. DOI: 10.1093/jas/skx041