

Importancia de la evaluación del espesor de grasa y de magro dorsal en cerdas hiperprolíficas

María José Carrión-López^{*,a}, Silvia Martínez-Miró y Juan Orengo

Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Campus Regional de Excelencia Internacional "Mare Nostrum", Universidad de Murcia, 30100 Murcia, España.

^a Dirección actual: Oficina de proyectos Genera PMO. Ctra. Nueva, 42, 30816 La Hoya-Lorca, Murcia, España.

Resumen

En los últimos años, las cerdas han experimentado una importante transformación genética (productiva y morfológica) que conlleva mayores necesidades nutricionales a lo largo del ciclo productivo. El objetivo de este estudio fue profundizar en el conocimiento sobre la gestión de las reservas corporales (grasa y magro) en cerdas hiperprolíficas de una granja comercial. Los días de la inseminación, 40 y 110 de gestación, y el del destete, se registraron el espesor de grasa dorsal (EGD) y el espesor de magro dorsal (EMD) en un total de 283 cerdas con diferente número de parto. Se analizaron el efecto de la paridad y de la ratio grasa:magro (EGD:EMD) sobre la evolución de las reservas a lo largo del ciclo productivo, tras categorizar las cerdas en 3 niveles en función de los percentiles 25 y 75 (Grupo Bajo, Medio y Alto), así como su potencial repercusión sobre los parámetros reproductivos. En comparación con las primíparas y las múltiparas, las nulíparas mostraron una menor deposición de grasa en la gestación, especialmente en el primer tercio, a la vez que presentaron una mayor movilización de magro en lactación y en el global del ciclo productivo. En cuanto a la relación grasa:magro, las nulíparas con mayor ratio frente a aquellas con menor ratio mostraron una mayor movilización de grasa y magro en lactación. En cerdas primíparas y múltiparas, la deposición de grasa a lo largo del ciclo productivo era menor en cerdas con mayor relación EGD:EMD respecto a las de menor ratio, mientras la movilización de magro fue menor en el segundo y tercer tercio de gestación. A su vez, los valores iniciales de grasa y magro mostraron una correlación positiva y alta o moderada con los valores de grasa y magro, respectivamente, a lo largo del ciclo productivo; sin embargo, la correlación cruzada entre la grasa y el magro fue baja o nula. Desde el punto de vista reproductivo, se observó que las cerdas primíparas y múltiparas con mayor relación EGD:EMD también presentaron una mayor tasa de eliminación. Los resultados evidencian la necesidad de un manejo específico de la alimentación según la paridad de la cerda (nulíparas vs. primíparas y múltiparas). El estudio también sugiere que las mediciones periódicas de grasa y magro podrían ser una herramienta práctica y sencilla que permitiría a los nutricionistas evaluar los planes de alimentación aplicados en cada granja. Así, el establecimiento de recomendaciones para la ratio EGD:EMD aportaría una unidad de medida más objetiva sobre el estado nutricional de las cerdas y permitiría ajustar un aporte de nutrientes adecuado en cada etapa del ciclo productivo en las líneas hiperprolíficas actuales.

Palabras clave: Gestación, lactación, reservas corporales, grasa dorsal, magro dorsal, nutrición, cerdas.

* Autor para correspondencia: mariajose.carrion@um.es

Cita del artículo: Carrión-López M.J., Martínez-Miró S., Orengo J. (2024). Importancia de la evaluación del espesor de grasa y de magro dorsal en cerdas hiperprolíficas. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 120(1): 51-69. <https://doi.org/10.12706/itea.2023.017>



Importance of assessing backfat thickness and loin depth with current hyperprolific sows

Abstract

In recent years, sows have undergone a great genetic transformation (productive and morphological), which leads to higher nutritional requirements during their productive cycle. The main objective of this study was to improve the knowledge about body reserves (backfat thickness and loin depth) in a commercial farm with hiperprolific sows. On a total of 283 sows of different parities, backfat thickness and loin depth were recorded at the day of insemination, at days 40 and 110 of gestation, and at weaning. Thus, the effect of parity and the effect of lean-to-fat ratio (categorized into three groups according to their 25th and 75th percentiles: Low, Medium and High) on body reserves during the whole period were evaluated; as well as its potential impact on some reproductive parameters. Gilts showed a lower fat deposition than primiparous and multiparous sows, mainly in early gestation; in addition, they had a greater loss of the loin during the lactation and the whole productive period. Regarding to lean-to-fat ratio, gilts with higher vs. lower ratio showed greater losses of backfat and loin depth during lactation. Backfat gain during the productive cycle was lower in primiparous and multiparous sows with the highest ratio; while during mid and late gestation, the loss of loin depth was lower than sows with the lowest ratio. Moreover, the initial values of backfat and loin depth presented a high and moderate positive correlation with their own backfat and loin depth values (during the whole period); however, the cross-correlation between backfat and loin depth was lower or null, highlighting the importance of measuring both. From a reproductive point of view, primiparous and multiparous sows with the highest lean-to-fat ratio showed the highest culling rate. The results underline the need for specific feeding management according to parity (nuliparous vs. primiparous and multiparous). The study also suggests that periodic measurements of backfat and loin depth are a useful tool that allows nutritionists to evaluate the feeding plan applied to each farm. Thus, the establishment of recommendations for the lean-to-fat ratio, on the one hand, would provide a more objective unit of measurement on the nutritional status of sows; and, on the other hand, would allow adjusting an adequate nutrient intake at each stage of the productive cycle of hyperprolific lines.

Keywords: Gestation, lactation, body reserves, backfat thickness, loin depth, nutrition, sows.

Introducción

En los últimos 30 años, las cerdas han experimentado una importante transformación genética que ha dado lugar a un aumento relevante en el tamaño de camada (Oliviero et al., 2019), altas tasas de crecimiento, mejor eficiencia alimentaria y mayor proporción del tejido muscular (con un mayor tamaño de las cerdas en la madurez) (Ferreira et al., 2021). Estos cambios implican variaciones metabólicas, fisiológicas y de necesidades ambientales, que conllevan mayores necesidades nutricionales durante la gestación, el parto y la lactación (De Blas, 2013; Oliviero et al., 2019). En las nuevas líneas genéticas, desde el nacimiento y durante todas las eta-

pas de su ciclo productivo, la cerda se expone a diferentes requerimientos que van a repercutir en su capacidad productiva y reproductiva.

A pesar de que las cerdas actuales son mucho más eficientes, no son capaces de compensar el incremento de las demandas metabólicas a través del aumento del consumo de pienso (Strathe et al., 2017). Durante la última fase de gestación y durante la lactación, las cerdas tienen mayores demandas nutricionales (principalmente en términos de lisina y energía) (Kim et al., 2016; Tokach et al., 2019; Costermans et al., 2020a). La cantidad de alimento ofrecido durante la gestación debe proporcionar cantidades suficientes de nutrientes para el mantenimiento o el aumento de peso

materno, el crecimiento fetal y placentario, y el desarrollo de la glándula mamaria (National Research Council, 2012), así como soportar la producción de leche para abastecer a camadas supernumerarias sin incurrir en pérdidas sustanciales de condición corporal que puedan perjudicar los siguientes rendimientos reproductivos.

Mantener una condición corporal óptima mejora la salud animal y es un prerrequisito para lograr un nivel de producción adecuado (Maes et al., 2004). La puntuación de la condición corporal (CC), mediante escala del 1 (muy delgada) al 5 (muy gorda), ha sido extensamente utilizada para evaluar el estado nutricional de las cerdas en granja comercial. Sin embargo, estudios como el de Carrión-López et al. (2022b) revelan que las cerdas con una puntuación de condición corporal 3 tenían un amplio rango de medidas de espesor de grasa dorsal (EGD) y espesor de magro dorsal (EMD). Estos autores mostraron que, a su vez, la correlación entre estos parámetros resultó ser también baja ($r_{CC-EGD} = 0,30$ y $r_{CC-EMD} = 0,28$). En este sentido, el control del EGD y EMD en el punto P2 (última costilla, a 65 mm de la línea central del lomo) aporta un valor más objetivo que la condición corporal en una escala visual del 1 al 5 (Roongsitthichai y Tummaruk, 2014; Carrión-López, et al., 2022b). Por otra parte, Houde et al. (2010) mostraron que era más importante mantener un nivel óptimo de EGD a lo largo del ciclo productivo que en un momento puntual (al día 109 de gestación). Además, Roongsitthichai y Tummaruk (2014) recomendaron que el peso de la cerda debía ser controlado con el fin de evitar las pérdidas excesivas de grasa durante los periodos de gestación y lactación.

En esta línea, las empresas de genética recomiendan y fijan unos valores específicos de EGD para sus cerdas a la inseminación y al parto, según su paridad, con el objetivo de que puedan expresar todo su potencial productivo. Así, las recomendaciones actuales

para cerdas de genética DanBred en el momento de la inseminación son de 14-15 mm y 12-14 mm de EGD para cerdas nulíparas y múltiparas, respectivamente; y en el momento del parto de 14-17 mm, para cerdas nulíparas y múltiparas (DanBred, 2020). Sin embargo, en genéticas actuales con alto nivel de producción, alta proporción de tejido magro, y en las que los nutrientes son obtenidos de la alimentación y de la propia movilización de reservas corporales en momentos de estado catabólico (final de gestación y lactación) (Strathe et al., 2020), sería conveniente establecer recomendaciones no solamente para las reservas grasas, sino también para el espesor de magro en aras de preservar y evitar la movilización de tejido muscular. Por tanto, el estudio de la evolución de las reservas de grasa y magro o de la relación grasa:magro en las granjas comerciales, según la paridad, ayudaría a los técnicos a formular piensos con niveles de nutrientes objetivos y adecuados según las condiciones reales y actuales de producción. Así, el presente estudio se realizó con la finalidad de profundizar en el conocimiento sobre la gestión de reservas corporales (grasa y magro) en las líneas de cerdas hiperprolíficas actuales y su efecto sobre los parámetros reproductivos.

Material y métodos

Animales y datos registrados

El estudio se llevó a cabo en una granja comercial de Murcia (España) entre los meses de junio y octubre de 2022, incluyendo las cerdas de 3 bandas semanales consecutivas ($n = 283$; Danish Landrace \times Danish Yorkshire) de entre 1 y 6 partos (media \pm DE; $2,91 \pm 1,78$) (Nulíparas: $n = 91$, consideradas cerdas de primer parto hasta que se destetan; Primíparas: $n = 53$, cerdas que comienzan su segundo ciclo; y Múltiparas: $n = 139$, cerdas a partir de su tercer ciclo). Se estudió a las cerdas desde

la inseminación hasta el destete y, posteriormente, se las controló hasta el día 28 de gestación de su siguiente ciclo (Figura 1). Los datos y parámetros registrados el día de la inseminación (d0), el día 40 (d40) y 110 de gestación (d110), y el día del destete (dDTT), incluyeron el EGD y EMD. Estos parámetros se midieron mediante un equipo de ecografía con una sonda lineal (SF1, Wireless Backfat and Loin Depth Scanner, Sonivet, Pekín, China) en la posición P2. Las mediciones ecográficas se repitieron dos veces (en el lado de-

recho), y su media se utilizó para realizar los cálculos posteriores. Asimismo, se calculó la variación porcentual de grasa y magro respecto al valor inicial por etapas (primer tercio, segundo y tercer tercio de gestación, lactación, y cambios globales o acumulados durante el ciclo productivo). Además, se calculó la ratio EGD:EMD (d0) para cada cerda y éstas fueron categorizadas en tres niveles según los percentiles 25 y 75 (Grupo Bajo, Medio y Alto), diferenciando cerdas nulíparas de primíparas y multíparas (Tabla 1).

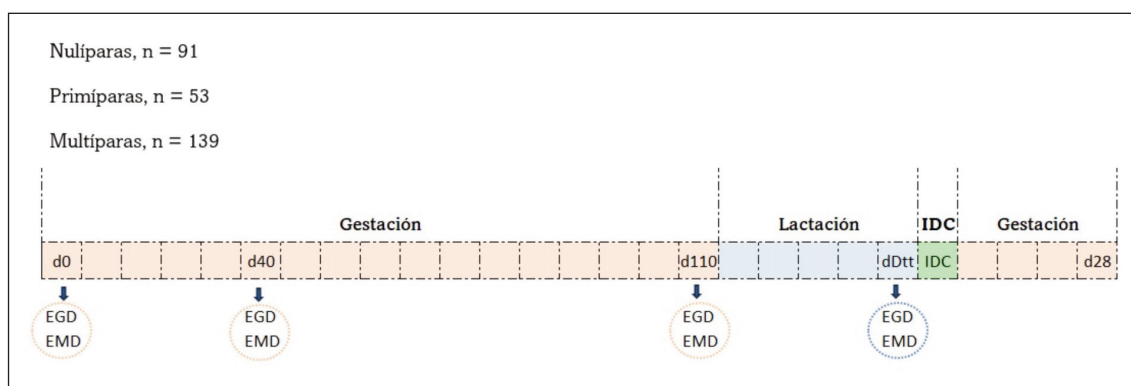


Figura 1. Representación gráfica del ciclo productivo por semanas de la cerda y de los momentos de medición de espesor de grasa dorsal (EGD) y espesor de magro dorsal (EMD).

Figure 1. Graphical representation of the sow's productive cycle by weeks and of time of measurements of backfat thickness (EGD) and loin muscle depth (EMD).

Tabla 1. Descripción de los niveles (rango de valores) para la ratio EGD:EMD el día de la inseminación en función de la paridad.

Table 1. Description of the levels (range of values) for the backfat:loin muscle depth ratio (EDG:EMD) on the day of insemination as a function of parity.

| | | Ratio EGD:EMD | |
|----------------|-------------|---------------|-----------------------|
| | | Nulíparas | Primíparas Multíparas |
| Cuartil 1 (Q1) | Grupo Bajo | ≤0,14 | ≤0,16 |
| Rango Q1-Q3 | Grupo Medio | 0,14 – 0,19 | 0,16 – 0,26 |
| Cuartil 3 (Q3) | Grupo Alto | ≥0,19 | ≥0,26 |

Los niveles/grupos se establecieron según los percentiles 25 (Cuartil 1 (Q1)), 25-75 (Rango Q1-Q3) y 75 (Cuartil 3 (Q3)) para la ratio EGD:EMD.

Se registró el número de cerdas con diagnóstico ecográfico de gestación positivo y el número de cerdas que parieron sobre el total de cerdas inseminadas para el cálculo de la tasa de fertilidad y tasa de partos, respectivamente. También se controló el número de lechones nacidos totales, el intervalo de días entre el destete y la cubrición (IDC) y entre el destete y la cubrición fértil; así como, el número de cerdas con diagnóstico ecográfico de gestación positivo en el siguiente ciclo y el número y causa de cerdas destinadas a matadero (según el manejo habitual en granja) o cerdas muertas, para el cálculo de la tasa de fertilidad del siguiente ciclo y la tasa de eliminación durante el periodo de estudio.

Inseminación y manejo

Al destete, las cerdas se alojaron en la unidad de gestación y fueron receladas diariamente con verracos maduros para la detección del celo. Una vez que las cerdas mostraron el celo, fueron inseminadas cada 24 h y durante todo el periodo de celo (media \pm DE; $2,56 \pm 0,56$ inseminaciones por cerda). Las cerdas nulíparas fueron inseminadas usando la técnica de inseminación cervical con semen de una línea Duroc con $3,0 \times 10^9$ espermatozoides morfológicamente normales, mientras las múltiparas fueron inseminadas mediante inseminación intrauterina con dosis de $1,5 \times 10^9$ espermatozoides. Las cerdas se mantuvieron hasta el día 28 de gestación en alojamiento individual y después se trasladaron a corrales interiores (7,0 m \times 5,5 m), donde se mantuvieron en grupos de 16 cerdas hasta los 110 ± 2 días de gestación. A las hembras se les suministraba a menudo paja y, además, contaban con elementos de enriquecimiento ambiental en cada corral para evitar la aparición de estereotipias (taco de madera blanda sin tratar).

El día 110 de gestación, las cerdas se trasladaron a la unidad de partos, donde fueron

alojadas de forma individual en una paridera con jaula (0,60-0,80 m \times 2,20-2,40 m, según el tamaño de la cerda) con suelo de rejilla y placa calefactora situada en la zona de descanso de los lechones. A las 24 h del parto, se igualaron las camadas según el tamaño y número, estandarizando las camadas a 14 lechones. Al destete (25 ± 4 días de lactación), las cerdas volvieron a las jaulas de gestación individuales. Todas las mediciones y prácticas de manejo se realizaron de acuerdo con la legislación europea (Consejo de la Unión Europea, 2008) y nacional (MPR, 2020).

Manejo de la alimentación

La granja disponía de un sistema de alimentación líquida (durante todo el ciclo productivo), en la que la relación pienso y agua era de 1:4,5. Durante el periodo de celo (2-3 días), las cerdas fueron alimentadas con 2,2 kg/día de pienso comercial de gestación (2.260 Kcal EN/kg; 125,1 g PB/kg y 6,6 g lisina/kg). La cantidad de alimento ofrecida se aumentó según la condición corporal con $3,0 \pm 0,5$ kg/día hasta el día 28 de gestación. Del día 29 al 110, las cerdas recibieron de nuevo 2,2 kg/día. A partir del día 110, a todos los animales se les ofreció la misma cantidad de un pienso de lactación comercial convencional (2.300 Kcal EN/kg; 162,4 g PB/kg y 10,4 g lisina/kg). Tras el parto, las cerdas fueron alimentadas tres veces al día, a las 06:00, 12:00 y 18:00 h. La cantidad inicial de alimento se ajustó para cada cerda lactante (2,5 kg/día) aumentando gradualmente la cantidad diaria suministrada en 0,5 kg/día hasta un máximo de 12 kg/día. A partir del destete, a todas las cerdas se les ofreció aproximadamente 3,0 kg/día del pienso de gestación. La base de los piensos era trigo, cebada, maíz y soja. No se registró el consumo de pienso de las cerdas.

Análisis estadístico

Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS versión 28.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) utilizando la cerda como unidad experimental. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo de los valores iniciales de EGD y EMD de las cerdas a día 0 (a la inseminación). La evolución del EGD y el EMD a lo largo del ciclo productivo, y sus variaciones en porcentaje por etapa, se analizaron con un modelo lineal general ANOVA, considerando la variable independiente paridad (con 3 niveles: nulíparas, primíparas, y multíparas) (Tabla 1). Posteriormente, se realizó el análisis en función de los grupos de ratio EGD:EMD (Grupo Bajo, Medio y Alto), diferenciando cerdas nulíparas de primíparas y multíparas. Además, se determinó el coeficiente de Pearson para evaluar las relaciones lineales entre EGD, EMD y sus variaciones con respecto al valor inicial (expresadas en porcentaje).

La tasa de fertilidad, tasa de partos y tasa de eliminación de las cerdas fueron codificadas como variables binarias (0 y 1) y analizadas mediante una prueba de Chi cuadrado, estimando los porcentajes para cada grupo según la ratio EGD:EMD (Grupos Bajo, Medio y Alto). Por otro lado, el intervalo destete-cubrición (IDC) y el intervalo destete cubrición fértil (IDCF), que mostraron una distribución no normal, se analizaron con pruebas no paramétricas (test de la mediana y test de Kruskal-Wallis).

Para todos los análisis, las diferencias se consideraron como significativas con valores de $p \leq 0,05$ y se consideró como tendencia cuando los valores estaban entre 0,05 y 0,10.

Resultados

Evolución de las reservas corporales (EGD y EMD) a lo largo del ciclo productivo según la paridad

Las cerdas nulíparas presentaron menor EGD que primíparas y multíparas a lo largo de toda la gestación y al destete (Fig. 2A). Respecto a la variación de grasa según la etapa del ciclo (Fig. 2B), durante el primer tercio de gestación, las nulíparas tuvieron menor deposición de EGD que las primíparas y multíparas; sin embargo, durante el segundo y tercer tercio de gestación y durante la lactación (d110-d40), el balance fue similar entre paridades. En el balance global del ciclo inseminación-destete (dDtt-d0), éste fue positivo en primíparas y multíparas (+21 % y +24 %, respectivamente), mientras que en las nulíparas fue nulo.

Respecto a la evolución del EMD, aunque al inicio del ciclo (d0) fue mayor en nulíparas y multíparas que en primíparas, desde el día 40 hasta el destete, las cerdas nulíparas tuvieron el menor EMD (Fig. 3A); mientras que las primíparas mostraron valores intermedios entre nulíparas y multíparas a día 40 de gestación y al destete. En relación con las variaciones según la etapa del ciclo (Fig. 3B), durante el primer tercio de gestación, las nulíparas tuvieron menor ganancia de EMD que primíparas y multíparas. En el segundo y tercer tercio de gestación, aunque las cerdas de las 3 paridades perdieron EMD, las nulíparas perdieron más cantidad que las primíparas. Además, durante la lactación, las nulíparas también perdieron mayor EMD que primíparas y multíparas. Por lo tanto, el balance global resultó negativo en nulíparas y positivo o no diferente de cero para primíparas y multíparas (-17 % vs. +5 % y +2 %, respectivamente).

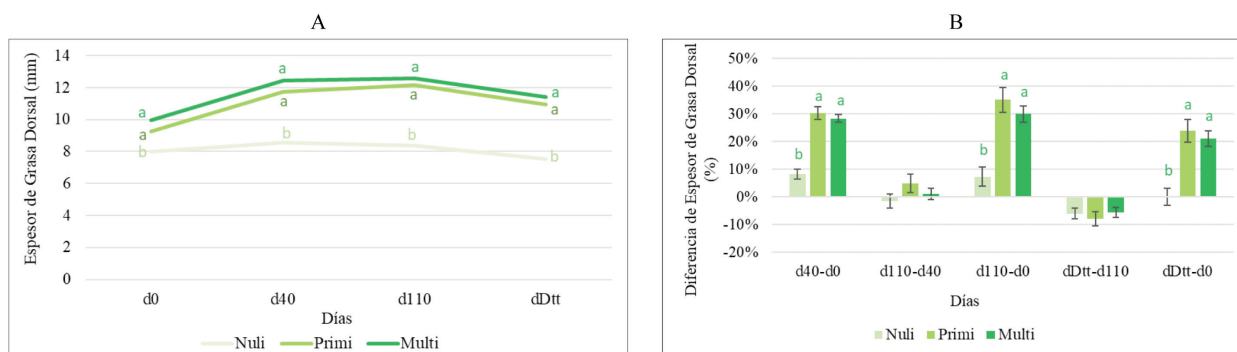


Figura 2. Evolución del Espesor de Grasa Dorsal (EGD) a lo largo del ciclo productivo y sus variaciones por etapa del ciclo (expresadas como porcentaje respecto al valor inicial) en cerdas hiperprolíficas según la paridad (nulíparas, primíparas y múltiparas) ($n = 283$). En el eje de la X se representa el día de control (Fig. 2A), donde d0 representa el inicio del ciclo, d40 (40 días de gestación), d110 (110 días de gestación) y (dDtt), el destete, o la etapa del ciclo (Fig. 2B): primer tercio de gestación (d40-d0), segundo y tercer tercio de gestación (d110-d40), el periodo completo de gestación (d110-0), la lactación (dDtt-d110) y ciclo productivo completo (dDtt-d0; en el eje de la Y se representa el EGD en milímetros (mm) (Fig. 2A) y las variaciones de EGD según la etapa del ciclo productivo en porcentaje (%) (Fig. 2B). ^{a,b}Diferentes letras dentro de día o etapa expresan diferencias significativas a $p \leq 0,05$.

Figure 2. Evolution of backfat thickness (EGD) throughout the productive cycle and its variations by stage of the cycle (expressed as a percentage with respect to the initial value) in hyperprolific sows according to parity (gilts, primiparous and multiparous) ($n = 283$). The X axis represents the control day (Fig. 2A), where d0 represents the beginning of the cycle, d40 (40 days of gestation), d110 (110 days of gestation) and (dDtt), weaning, or the stage of the cycle (Fig. 2B): first third of gestation (d40-d0), second and third third of gestation (d110-d40), the complete gestation period (d110-0), lactation (dDtt-d110) and complete productive cycle (dDtt-d0; on the Y-axis, EGD is represented in millimeters (mm) (Fig. 2A) and the variations of EGD according to the stage of the productive cycle in percentage (%) (Fig. 2B). ^{a,b}Different letters within day or stage mean significant differences at $p \leq 0.05$.

Evolución de las reservas corporales (EGD y EMD) a lo largo del ciclo productivo según la ratio EGD:EMD

Teniendo en cuenta las diferencias observadas entre las cerdas nulíparas y el resto de las cerdas (primíparas y múltiparas), y que las reservas corporales incluyen ambas variables: grasa y magro, se analizó la evolución de EGD y EMD según la etapa del ciclo y según la ratio entre ambas variables para nulíparas (Fig. 4), y primíparas y múltiparas (Fig. 5). En las cerdas nulíparas, no se encontraron diferencias en la evolución de EGD durante el periodo de gestación, pero sí durante la lactación, donde la movilización de EGD fue mayor en

las cerdas con mayor relación grasa:magro (Fig. 4A). Así, en el balance global del ciclo productivo, las cerdas en el Grupo Alto movilizaron EGD, mientras que las del Grupo Bajo aumentaron el EGD. En relación con la evolución de EMD a lo largo del ciclo productivo (Fig. 4B), se observaron diferencias opuestas entre grupos. Mientras en el periodo global de gestación, las cerdas en el Grupo Bajo y Medio perdieron mayor cantidad de EMD que las del Grupo Alto (-12 % y -14 % vs. -4 %), durante la lactación, las del Grupo Alto perdieron mayor cantidad de EMD que las del Grupo Medio (-15 % y -5 %, respectivamente); y, las del Grupo Bajo tuvieron una pérdida intermedia (-6 %). Por

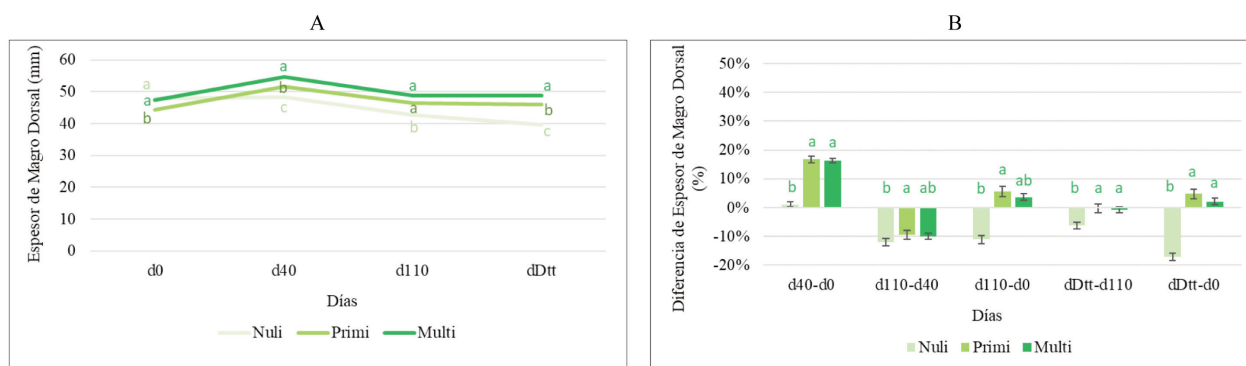


Figura 3. Evolución del Espesor de Magro Dorsal (EMD) a lo largo del ciclo productivo y sus variaciones por etapa del ciclo (expresadas como porcentaje respecto al valor inicial) en cerdas hiperprolíficas según la paridad (nulíparas, primíparas y múltiparas) ($n = 283$). En el eje de la X se representa el día de control (Fig. 3A), donde d0 representa el inicio del ciclo, d40 (40 días de gestación), d110 (110 días de gestación) y (dDtt), el destete, o la etapa del ciclo (Fig. 3B): primer tercio de gestación (d40-d0), segundo y tercer tercio de gestación (d110-d40), el periodo completo de gestación (d110-0), la lactación (dDtt-d110) y ciclo productivo completo (dDtt-d0; en el eje de la Y se representa el EMD en milímetros (mm) (Fig. 3A) y las variaciones de EMD según la etapa del ciclo productivo en porcentaje (%) (Fig. 3B). ^{a,b}Diferentes letras dentro de día o etapa expresan diferencias significativas a $p \leq 0,05$.

Figure 3. Evolution of loin muscle depth (EMD) throughout the productive cycle and its variations by stage of the cycle (expressed as a percentage with respect to the initial value) in hyperprolific sows according to parity (gilts, primiparous and multiparous) ($n = 283$). The X axis represents the control day (Fig. 3A), where d0 represents the beginning of the cycle, d40 (40 days of gestation), d110 (110 days of gestation) and (dDtt), weaning, or the stage of the cycle (Fig. 3B): first third of gestation (d40-d0), second and third third third of gestation (d110-d40), the complete gestation period (d110-0), lactation (dDtt-d110) and complete productive cycle (dDtt-d0; on the Y-axis is, EMD is represented in millimeters (mm) (Fig. 3A) and EMD variations according to the stage of the productive cycle in percentage (%) (Fig. 3B). ^{a,b}Different letters within day or stage mean significant differences at $p \leq 0.05$.

tanto, el balance del ciclo completo fue similar entre los grupos (alrededor del -18%).

Por otro lado, en las cerdas primíparas y múltiparas, la variación de EGD y EMD también fue dependiente de la ratio EGD:EMD. Durante el primer tercio de gestación, las cerdas del Grupo Bajo y Medio depositaron mayor porcentaje de grasa que las del Grupo Alto ($+37\%$ y $+31\%$ vs. $+19\%$) (Fig. 5A). Durante el resto de las etapas, las diferencias entre grupos no fueron estadísticamente significativas. El balance del ciclo completo fue positivo en todos los grupos, y las cerdas del Grupo Bajo depositaron mayor porcentaje

de EGD ($+33\%$) que las cerdas del Grupo Alto ($+11\%$). Respecto a la evolución del magro, el porcentaje de variación de EMD durante el primer tercio de gestación en las cerdas múltiparas no fue diferente entre los grupos (Fig. 5B). En el segundo y tercer tercio de gestación, las cerdas en el Grupo Bajo tuvieron una mayor pérdida de magro que las del Grupo Alto (-18% vs. -9%) y, por tanto, el balance de gestación fue diferente entre los Grupos Bajo y Alto ($-1,4\%$ y $+9\%$; respectivamente). El balance en lactación o de ciclo completo de múltiparas más primíparas no fue diferente entre los grupos con diferente relación grasa:magro.

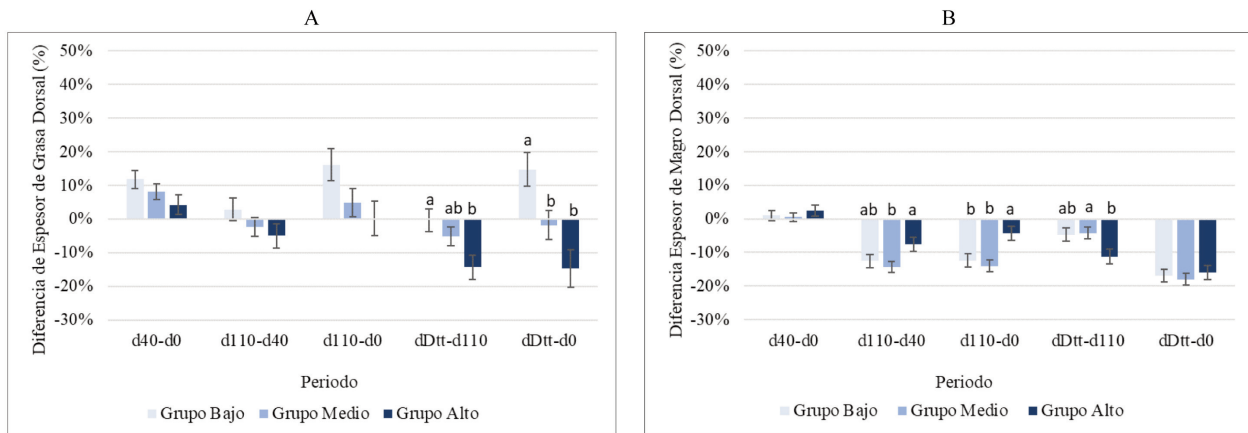


Figura 4. Evolución del Espesor de Grasa (EGD) y Magro Dorsal (EMD) en cerdas nulíparas hiperprolíficas (n = 91) según la ratio EGD/EMD al inicio del ciclo y la etapa del ciclo productivo: primer tercio de gestación (d40-d0), segundo y tercer tercio de gestación (d110-d40), el periodo completo de gestación (d110-0), lactación (dDtt-d110) y ciclo productivo completo (dDtt-d0). En el eje de la Y se representa la diferencia de EGD (Fig. 4A) y EMD (Fig. 4B) en porcentaje (%).^{a,b}Diferentes letras dentro de día o etapa expresan diferencias significativas a $p \leq 0,05$.
 Figure 4. Evolution of backfat thickness (EGD) and loin muscle depth (EMD) in hyperprolific gilts sows (n = 91) according to the ratio EGD/EMD at the beginning of the cycle and the stage of the productive cycle: first third of gestation (d40-d0), second and third third of gestation (d110-d40), the complete gestation period (d110-0), lactation (dDtt-d110) and complete productive cycle (dDtt-d0). The Y-axis represents the difference in EGD (Fig. 4A) and EMD (Fig. 4B) in percentage (%).^{a,b}Different letters within day or stage mean significant differences at $p \leq 0.05$.

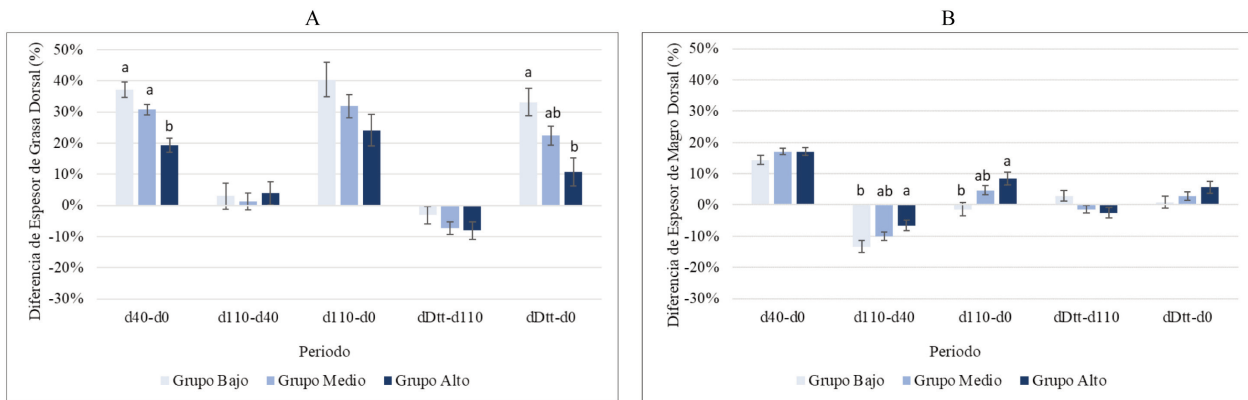


Figura 5. Evolución del Espesor de Grasa (EGD) y Magro Dorsal (EMD) en cerdas primíparas y multíparas hiperprolíficas (n = 243) según la ratio EGD/EMD al inicio del ciclo y la etapa del ciclo productivo: primer tercio de gestación (d40-d0), segundo y tercer tercio de gestación (d110-d40), el periodo completo de gestación (d110-d0), lactación (dDtt-d110) y ciclo productivo completo (dDtt-d0). En el eje de la Y se representa la diferencia de EGD (Fig. 5A) y EMD (Fig. 5B) en porcentaje (%).^{a,b}Diferentes letras dentro de día o etapa expresan diferencias significativas a $p < 0,05$.
 Figure 5. Evolution of backfat thickness (EGD) and loin muscle depth (EMD) in hyperprolific primiparous and multiparous sows (n = 243) according to backfat/loin muscle depth ratio at the beginning of the cycle and stage of the productive cycle: first third of gestation (d40-d0), second and third third of gestation (d110-d40), the complete gestation period (d110-d0), lactation (dDtt-d110) and complete productive cycle (dDtt-d0). The Y-axis represents the difference in EGD (Fig. 5A) and EMD (Fig. 5B) in percent (%).^{a,b}Different letters within day or stage mean significant differences at $p < 0.05$.

**Estudio de la correlación entre EGD y EMD.
¿Influye el EGD o EMD al inicio del ciclo
sobre su evolución a lo largo del ciclo
productivo?**

Teniendo en cuenta las diferencias observadas para la grasa y el magro, entre las cerdas nulíparas y el resto de las cerdas (primíparas y múltiparas), se estudiaron las correlaciones entre el EGD y el EMD a lo largo del ciclo productivo para ambos grupos (Tabla 2). De forma general, tanto en cerdas nulíparas como no nulíparas, el EGD al inicio del ciclo (d0) estaba alta y positivamente correlacionado con el EGD al final de la gestación (d110) y al destete (dDtt); y, a su vez, el EGD al final de la gestación (d110) con el EGD al destete (dDtt), con coeficientes de correlación lineal en torno a +0,7 (excepto entre d0 y dDtt para nulíparas, $r = 0,432$).

En el caso del EMD al inicio (d0), la correlación era positiva, aunque moderada, tanto con el EMD al final de la gestación (d110) como con el EMD al destete (dDtt) en nulíparas, siendo los coeficientes de correlaciones numéricamente mayores en múltiparas (coeficientes de correlación lineal mayores a +0,4). Asimismo, el EMD al final de la gestación (d110) también estaba positiva y de moderada a altamente correlacionado con el EMD al destete (dDtt) en nulíparas y no nulíparas, respectivamente (coeficientes de correlación lineal entre +0,5 y +0,7).

Por otro lado, al estudiar la correlación entre el EGD o EMD y sus variaciones, se observó que el EGD al inicio del ciclo (d0) tenía una correlación negativa y baja con la diferencia de EGD en gestación (d110-d0) en nulíparas y no nulíparas. Sin embargo, el EGD al inicio (d0) solo correlacionó negativamente con la diferencia de EGD en lactación (dDtt-d110) en nulíparas. Asimismo, el EGD al final de la gestación (d110) tenía una correlación negativa y moderada con la diferencia de EGD en lactación (dDtt-d110) independientemente

de la paridad. Por su parte, la diferencia de EGD en gestación (d110-d0) también presentaba una correlación negativa y moderada con la diferencia de EGD en lactación (dDtt-d110) en cerdas no nulíparas, mientras que, en nulíparas la correlación era no significativa. Respecto al EMD, al inicio del ciclo (d0) presentó una correlación negativa y moderada con la diferencia de EMD únicamente durante la gestación (d110-d0). En el caso del EMD, al final de la gestación (d110), estaba correlacionado de forma moderada y negativa con la diferencia de EMD durante la lactación (dDtt-d110) (con coeficientes de correlación lineal próximos a -0,5). De forma análoga, la diferencia de EMD durante la gestación (d110-d0) estaba correlacionada de forma negativa y moderada con la diferencia de EMD durante la lactación (dDtt-d110).

Finalmente, se estudiaron las correlaciones cruzadas entre el EGD y el EMD a lo largo del ciclo. Así, se observó que el EGD al inicio (d0) y final de gestación (d110) estaban moderadamente correlacionados con el EMD al final de la gestación (d110) en nulíparas y no nulíparas (coeficientes de correlación lineal mayores a +0,4). Por su parte, el EMD al inicio del ciclo (d0) mostró una correlación muy baja o no significativa con el EGD al final de la gestación (d110). Además, el valor inicial de EGD presentó correlaciones bajas o no significativas con las diferencias de EMD durante la gestación y lactación; e, igualmente, el valor de EMD al inicio (d0) con los cambios de grasa (EGD) en ambos periodos (d110-d0 y dDtt-d110).

**Efecto de la ratio EGD:EMD al inicio
del ciclo productivo sobre los parámetros
reproductivos**

En las cerdas nulíparas, no se observó un efecto de la ratio EGD:EMD sobre el número de lechones nacidos totales o sobre los parámetros reproductivos fertilidad, tasa de par-

Tabla 2. Matriz de correlaciones entre Espesor de Grasa Dorsal (EGD) y Espesor de Magro Dorsal (EMD) en cerdas hiperprolíficas nulíparas (N) y no nulíparas (NN) a lo largo del ciclo reproductivo.

Table 2. Matrix of correlations between backfat thickness (EGD) and loin muscle depth (EMD) in gilts (N) and non-gilts (NN) hyperprolific sows throughout the reproductive cycle.

| | EGD (d0) | EGD (d110) | EGD (dDit) | DifEGD (d110-d0) | DifEGD (dDit-d110) | EMD (d0) | EMD (d110) | EMD (dDit) | DifEMD (d110-d0) | DifEMD (dDit-d110) |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------------|---------------|---------------|--------------|------------------|--------------------|
| EGD (d0) | 1,000 | 0,724 | 0,432 | -0,335 | -0,360 | 0,266 | 0,453 | 0,139 | 0,235 | -0,234 |
| EGD (d110) | 1,000 | 0,692 | 0,704 | -0,246 | -0,087 | 0,395 | 0,410 | 0,322 | 0,107 | -0,121 |
| EGD (dDit) | 1,000 | 1,000 | 0,736 | 0,366 | -0,502 | 0,074 | 0,468 | 0,211 | 0,429 | -0,180 |
| DifEGD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 0,818 | 0,485 | -0,414 | 0,173 | 0,549 | 0,319 | 0,457 | -0,297 |
| DifEGD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,375 | 0,193 | -0,004 | 0,160 | 0,244 | 0,184 | 0,085 |
| EMD (d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,429 | 0,425 | 0,301 | -0,053 |
| EMD (d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,031 | 0,112 | 0,240 | 0,061 |
| EMD (dDit) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,275 | 0,044 | 0,495 | -0,235 |
| DifEMD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | -0,342 | 0,003 | -0,296 | 0,349 |
| DifEMD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | -0,285 | 0,072 | -0,283 | 0,475 |
| DifEMD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,458 | 0,463 | -0,354 | 0,021 |
| DifEMD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,530 | 0,578 | -0,302 | 0,016 |
| DifEMD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,556 | 0,664 | -0,446 |
| DifEMD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,712 | 0,643 | -0,469 |
| DifEMD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,191 | 0,487 |
| DifEMD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,236 | 0,280 |
| DifEMD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | -0,462 |
| DifEMD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | -0,530 |
| DifEMD (d110-d0) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| DifEMD (dDit-d110) | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Los coeficientes de correlación marcados en negrita fueron significativamente diferentes de cero ($p < 0,05$). Tamaño muestral nulíparas (n = 91) y no nulíparas (n = 192).

tos, IDC, IDCF, fertilidad a los 28 días de gestación del siguiente ciclo y tasa de cerdas eliminadas (Tabla 3). Sin embargo, en las cerdas múltiparas, la tasa de eliminación fue menor en el grupo de menor ratio que en el de mayor ratio (4,6 % vs. 24,1 %). En la tabla 4 se muestra el número de cerdas por causa de baja según el ratio EGD:EMD y la paridad.

Discusión

El programa de alimentación debe conseguir un ritmo de desarrollo corporal y del sistema reproductivo adecuado antes de la inclusión de la nulípara en el rebaño (Belkova y Rozkot, 2022). En este sentido, se ha observado que alcanzar un peso óptimo a la primera cubrición proporciona a la cerda una buena condición corporal para afrontar la gestación y la lactación y, además, mejora la productividad (Carrión-López et al., 2022b). Cerdas con mayores reservas al parto tienen más energía y metabolitos disponibles para movilizar, que pueden ser utilizados para soportar un alto nivel de producción de leche (Costermans et al., 2020b). Por otro lado, Costermans et al. (2020a) observaron que la movilización de tejido magro durante la lactación también afectaba al desarrollo de los folículos. Así, el registro y el análisis de la información sobre el estado de salud de las cerdas, las reservas corporales (en términos de peso, EGD y EMD) y, el rendimiento productivo individual de las cerdas de la granja, son aspectos clave. Estas mediciones podrían utilizarse para optimizar la alimentación en las cerdas gestantes y lactantes a fin de promover un mejor resultado reproductivo. Además, permitiría ajustar las cantidades de pienso ofrecidas evitando excesos y, con ello, reducir costes de producción.

En este estudio, la menor cantidad de grasa a lo largo del ciclo y, menor deposición de grasa y magro durante el primer tercio de gesta-

ción que presentaron las nulíparas podrían ser explicadas por ser cerdas con menores reservas grasas, menor capacidad de ingesta y mayores requerimientos nutricionales para el crecimiento (Koketsu et al., 2017). Durante el segundo y tercer tercio de gestación y durante la lactación, la pérdida de grasa fue similar entre paridades, sin embargo, para estos mismos periodos, la pérdida de magro en porcentaje fue también mayor en nulíparas. Se ha demostrado que al final de la gestación y durante la lactación, las cerdas jóvenes presentan balance energético negativo (por un aumento de los requerimientos para lograr un adecuado desarrollo del útero, fetos, tejido mamario para la producción de calostro y leche, y un crecimiento óptimo) (Gaillard et al., 2019). Ello, unido a que la dinámica de utilización de nutrientes a lo largo de la gestación es distinta entre la cerda joven y la adulta (la cerda joven necesita de un aporte más alto de nutrientes al final de la gestación, mientras que la cerda adulta requiere de un aporte superior para recuperar la condición corporal después de la lactación), justificaría el manejo diferenciado de la alimentación entre nulíparas y resto de cerdas durante los periodos de gestación y lactación.

Los beneficios de incrementar la cantidad de pienso al final de la gestación sobre los rendimientos productivos son controvertidos (Ferreira et al., 2021), puesto que el desarrollo del tejido mamario prevalece al desarrollo del útero y, por tanto, su efecto sobre el peso de los lechones al nacer es complicado de observar en condiciones comerciales (Mallmann et al., 2018), especialmente en la cerda actual (>14,5 lechones nacidos/cerda) (Gonçalves et al., 2016). Igualmente, definir un plano de nutrición según la CC de la cerda en una granja comercial no parece suficiente. Los resultados del presente estudio, junto a los resultados obtenidos en trabajos anteriores (Carrión-López et al., 2022a y 2022b), mostraron que la alimentación de las cerdas

Tabla 3. Efecto de la ratio grasa:magro sobre los parámetros reproductivos en cerdas nulíparas y no nulíparas hiperprolíficas actuales de una granja comercial.
 Table 3. Effect of backfat:loin muscle depth ratio on reproductive parameters in current hyperprolific gilts and non-gilts sows from a commercial farm.

| | Nulíparas | | | | P valor | No nulíparas | | | |
|---|------------|-------------|------------|------------|---------|--------------|-------------|------------|---------|
| | Grupo Bajo | Grupo Medio | Grupo Alto | Grupo Alto | | Grupo Bajo | Grupo Medio | Grupo Alto | P valor |
| Tamaño muestral (n) | 27 | 40 | 24 | 24 | | 43 | 106 | 43 | |
| Nacidos totales (n) | 14,48 | 15,59 | 15,23 | 15,23 | 0,512 | 20,18 | 19,35 | 19,27 | 0,173 |
| Tasa de fertilidad (%) | 92,59 | 92,50 | 95,83 | 95,83 | 0,857 | 95,35 | 97,17 | 93,02 | 0,511 |
| Tasa de partos (%) | 92,59 | 85,00 | 91,67 | 91,67 | 0,557 | 90,70 | 89,62 | 79,07 | 0,164 |
| Intervalo-destete-celo (días) | 6,83 | 8,68 | 9,52 | 9,52 | 0,541 | 7,62 | 5,92 | 4,93 | 0,315 |
| Tasa de fertilidad 28d (%) | 95,65 | 94,12 | 90,48 | 90,48 | 0,774 | 100,00 | 98,86 | 100,00 | 0,687 |
| Intervalo destete cubrición fértil (días) | 5,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 0,546 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 0,315 |
| Tasa de eliminación (%) | 7,41 | 2,50 | 8,33 | 8,33 | 0,538 | 4,65b | 15,79 | 24,07 | 0,033 |

Los grupos fueron realizados según la ratio grasa:magro al inicio del ciclo (día de la inseminación) en el punto P2 (a la altura de la última costilla). En las cerdas nulíparas, los rangos fueron para el Grupo Bajo ($\leq 0,14$), para el Grupo Medio ($0,14 - 0,19$) y para el Grupo Alto ($\geq 0,19$). En las cerdas multiparas los rangos fueron para el Grupo Bajo ($\leq 0,16$), para el Grupo Medio ($0,16 - 0,26$) y para el Grupo Alto ($\geq 0,26$).

Tabla 4. Número de cerdas eliminadas por causa de eliminación según la ratio grasa:magro en nulíparas y no nulíparas.

Table 4. Number of culled sows by removal cause and backfat:loin muscle depth ratio in gilts and non-gilts sows.

| | N° de cerdas eliminadas | | | | | |
|--------------------|-------------------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|
| | Nulíparas | | | No nulíparas | | |
| | Grupo Bajo | Grupo Medio | Grupo Alto | Grupo Bajo | Grupo Medio | Grupo Alto |
| Baja productividad | 0 | 0 | 1 | 2 | 8 | 8 |
| Muerte | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 |
| Fallo reproductivo | 1 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| Cojera | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Los grupos fueron realizados según la ratio grasa:magro al inicio del ciclo (día de la inseminación) en el punto P2 (a la altura de la última costilla), En las cerdas nulíparas, los rangos fueron para el Grupo Bajo ($\leq 0,14$), para el Grupo Medio (0,14 – 0,19) y para el Grupo Alto ($\geq 0,19$). En las cerdas múltiparas los rangos fueron para el Grupo Bajo ($\leq 0,16$), para el Grupo Medio (0,16 – 0,26) y para el Grupo Alto ($\geq 0,26$).

según la condición corporal desde la cubrición hasta el parto no era suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales de la cerda al final de la gestación o en lactación. En esta línea, piensos más específicos, con suficiente energía para preparar a la cerda para el propio proceso de parto y, niveles adecuados de aminoácidos para el desarrollo del tejido mamario y la producción de calostro (Theil *et al.*, 2022b), junto con un control objetivo de los niveles de grasa y magro, ayudarían a modular las pérdidas excesivas de reservas; y, a su vez, mejorar la productividad y la relación coste/eficiencia de la alimentación de las cerdas.

En nutrición humana, el estudio de la composición corporal (relación EGD:EMD) es un elemento importante para la valoración del estado nutricional. Por un lado, puede ayudar a detectar y corregir problemas de obesidad, cuando existe un exceso de grasa o, por el contrario, trastornos de desnutrición, en las que la masa grasa y muscular podrían verse sustancialmente reducidas (García *et*

al., 2018). Tomando como referencia la experiencia en nutrición humana, en las nuevas líneas genéticas, más magras, la valoración del estatus corporal de la cerda basada únicamente en la medición de las reservas de grasa puede ser insuficiente. Las recomendaciones de la mayoría de las casas de genética también están basadas en EGD. Sin embargo, ya se ha demostrado que, en periodos de balance energético negativo, en cerdas lactantes con consumo reducido, se pueden dar pérdida de peso y de EMD, y no observar movilización de EGD (Sulabo *et al.*, 2010; Costermans *et al.*, 2020b). Por tanto, la valoración exclusiva del EGD puede no proporcionar una correcta valoración del estado nutricional de la cerda actual. En este sentido, en los genotipos modernos (con más magro y menos grasa) y, considerando la importancia del tejido graso sobre el funcionamiento del sistema hormonal y el desarrollo del tejido mamario de la cerda (De Rensis *et al.*, 2005; Farmer *et al.*, 2016), establecer objetivos de composición corporal en términos de EGD y

EMD sería una forma más objetiva de valorar si la ingesta de energía y de los diferentes nutrientes (proteína, lisina, etc.) es adecuada. Por ello, uno de los objetivos de este trabajo se centró en el efecto de la relación de ambas variables a través de su ratio (EGD:EMD).

Los resultados mostraron que la relación EGD:EMD en nulíparas marcó la evolución de las reservas corporales, tanto en gestación como en lactación. Las diferencias observadas podrían ser explicadas por el hecho de que los animales con una menor ratio EGD:EMD, al tener menor cantidad de grasa y alimentación restringida durante el periodo de gestación, necesitaron, por un lado, depositar mayor cantidad de grasa para asegurar unos niveles mínimos al parto; y, por otro, movilizar mayor cantidad de magro para suplir el aumento de requerimientos nutricionales de final de gestación (crecimiento de los fetos y desarrollo del tejido mamario) (Farmer *et al.*, 2016; Tokach *et al.*, 2019). Por otra parte, cerdas nulíparas con una mayor ratio grasa:magro podrían haber tenido mayor peso corporal al parto que las de menor ratio y, por tanto, menor capacidad de ingesta en lactación (Mallmann *et al.*, 2018). Asimismo, cuando la ingesta de pienso es reducida, el incremento relativo de los requerimientos nutricionales para mantenimiento y crecimiento en nulíparas (Kim *et al.*, 2015; Strathe *et al.*, 2017), o para la producción de calostro y leche durante la fase de lactación, pudo ser compensado con la movilización de reservas corporales (Theil *et al.*, 2012b).

La deposición y/o movilización de las reservas corporales en cerdas múltiparas según la relación EGD:EMD durante la fase de lactación fue diferente a la observada en las nulíparas. Así, la ausencia de diferencias en la movilización de grasa y magro durante la lactación y el periodo global, entre los grupos de cerdas múltiparas, podría ser justificada tanto porque la diferencia en el consumo de pienso durante la fase de lactación no fuera lo sufi-

cientemente alta como para observar diferencias en movilización de tejido corporal, como porque las cerdas de este estudio tenían un EGD inferior a 16 mm al parto; muy inferior a los 26 mm que describen Højgaard y Bruun (2021) y, por tanto, en las que la pérdidas de grasa y peso podrían haber sido menores. De hecho, estos autores observaron que las cerdas con un espesor de grasa de 9 mm al parto perdían menos grasa y peso que las de 26 mm durante la lactación (1,2 mm y 7,9 kg vs. 5,4 mm y 18,4 kg, respectivamente). Asimismo, mostraron que las cerdas con niveles de grasa en el rango 14-17 mm perdían menos grasa en lactación y, además, restablecían mejor su condición corporal durante el primer mes de gestación.

En esta línea, la selección genética en base a tejido magro conlleva una menor cantidad de grasa en la cerda actual y resalta la importancia de la ratio grasa:magro como marcador de estatus corporal, como ya remarcaban en su día Coma y Gasa (2007). Su estimación periódica también facilitaría el desarrollo de métodos prácticos y objetivos de manejo de la alimentación en granja y el diseño de piensos adecuados a las necesidades de la cerda.

El conocimiento de la correlación de la grasa y el magro a lo largo de un ciclo completo, en cerdas nulíparas y múltiparas de genotipos modernos, permitiría el ajuste del manejo de la alimentación y establecer la periodicidad de las mediciones a realizar en una granja comercial. Así, como era de esperar, los resultados de este estudio mostraron correlaciones moderadas entre el EGD al inicio, al final de gestación y al destete e, igualmente, entre las mediciones de EMD a lo largo del ciclo productivo. Esto está en concordancia con observaciones previas (Carrión-López *et al.*, 2022a) en las que se encontró que un aumento del nivel de alimentación durante el primer tercio de gestación conllevaba una recuperación de las reservas corporales. Costermans *et al.* (2020b) observaron que cerdas

con mayor EGD y EMD al parto (d110) presentaron mayor movilización de EGD y EMD durante la lactación; probablemente asociada a una mayor necesidad para el mantenimiento (mayor peso) y/o una mayor eficiencia alimentaria resultante de la selección (mejor índice de conversión con menor capacidad de ingesta) (Bergsma et al., 2009). En este sentido, la medición del EGD y EMD al inicio y durante la gestación podría ser una herramienta útil para establecer los niveles de alimentación en la cerda y garantizar niveles óptimos de reservas corporales al parto. Sin embargo, en este estudio, las correlaciones cruzadas entre grasa y magro iban de bajas a nulas. Resultado que podría ser parcialmente explicado, además de por ser diferentes rutas catabólicas, por la mayor variabilidad del magro respecto a la grasa en las cerdas actuales, tanto al inicio como final de gestación. Por tanto, subrayaría la importancia de la medición de ambos parámetros para la estimación de la grasa:magro, a la vez que permitiría mejorar la interpretación de los resultados obtenidos en los diferentes estudios y, por tanto, la aplicabilidad de los datos (Gonçalves et al., 2016).

Entre las consecuencias de una deficiente gestión de reservas corporales se encuentra la penalización de los resultados reproductivos, tales como la tasa de fertilidad, tasa de partos e intervalo destete cubrición fértil. De hecho, los datos sobre el efecto de las estrategias de alimentación de cerdas gestantes se basan en el análisis de los rendimientos reproductivos y productivos (Theil et al., 2022a). Mallmann et al. (2018), al evaluar dos niveles de alimentación desde el día 90 hasta el día 112 de gestación, observaron que ninguno de los parámetros analizados (número de lechones nacidos totales, porcentaje de lechones nacidos muertos, intervalo destete celo o tasa de eliminación) se vieron afectados. Sin embargo, estos resultados inmediatos podrían no reflejar las consecuencias reales de una alimentación inadecuada, ya que las cerdas priorizan el desarrollo de los lechones y

utilizan sus propias reservas para proporcionar nutrientes (Theil et al., 2022a). Aunque, desde el punto de vista productivo, las cerdas actuales toleran mejor las pérdidas de proteína corporal que las cerdas más grasas, ya que son capaces de movilizar tejido magro sin repercutir negativamente sobre parámetros reproductivos (Coma y Gasa, 2007), la capacidad de movilización de magro para la producción de leche es limitada (Clowes et al., 2003). En nuestro estudio, solo las cerdas multíparas con mayor ratio EGD:EMD tuvieron mayor tasa de eliminación, donde las principales causas fueron la pérdida de gestación o pérdida de lechones lactantes. Además, tuvieron una tendencia a una mayor movilización de magro durante la lactación, corroborando su importancia como reserva de nutrientes durante esta fase catabólica. En esta línea, los rendimientos productivos de cerdas y lechones se podrían penalizar en circunstancias de catabolismo prolongado. De manera que los efectos negativos sobre los resultados productivos derivados de unas reservas corporales deficientes serían más una consecuencia a largo plazo que puntual. En definitiva, la mejora de los rendimientos reproductivos y productivos basada en el mantenimiento de un nivel adecuado de reservas corporales necesitaría de estudios más extensos y prolongados en el tiempo.

Conclusiones

Hoy en día, el registro y el análisis de la información sobre el estado de salud de las cerdas, las reservas corporales (en términos de peso, EGD y EMD) y, el rendimiento productivo individual de las cerdas de la granja, son aspectos clave. Asimismo, las mediciones periódicas de grasa y magro, tarea práctica y sencilla, permitirían a los técnicos de campo y/o nutricionistas evaluar los programas de alimentación aplicados en cada granja. La mayor movilización de tejido magro en cerdas nulíparas

hace evidente que, desde el punto de vista nutricional, sea necesaria la diferenciación de los planes de alimentación y manejo entre cerdas nulíparas y no nulíparas en las granjas comerciales. En este sentido, las mediciones de grasa y magro podrían utilizarse para optimizar la alimentación en las cerdas gestantes y lactantes a fin de promover un mejor resultado reproductivo y, además, permitirían ajustar las cantidades de pienso ofrecidas evitando excesos y, con ello, reducir costes de producción. El conocimiento de la correlación de la grasa y el magro a lo largo de un ciclo completo permitiría el ajuste del manejo de la alimentación y establecer la periodicidad de las mediciones a realizar en una granja comercial.

Finalmente, el establecimiento de recomendaciones según la ratio grasa:magro, por una parte, aportaría una unidad de medida objetiva sobre el estado nutricional de las cerdas y, por otra, ayudaría a optimizar la gestión de las reservas, así como reducir la movilización de magro al final de gestación. En cualquier caso, teniendo en cuenta que las necesidades nutricionales a lo largo del ciclo productivo (primer tercio, segundo y tercer tercio de gestación, lactación y destete), son dinámicas y, a su vez, dependientes de la genética y manejo de la alimentación en cada granja, serían necesarios otros estudios de mayor duración, con mayor número de cerdas, que engloben estos y otros factores, como los estacionales, para estudiar la posibilidad de establecer pautas y recomendaciones concretas en torno a la relación grasa:magro.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las empresas Genera PMO y Juan Jiménez García S.A.U. el apoyo técnico y la disponibilidad de sus animales e instalaciones para la realización de este estudio.

Referencias bibliográficas

- Belkova J., Rozkot M. (2022). Gilt rearing impacts on sow performance and longevity – a review. *Journal of Swine Health and Production* 30(1): 10-16. <https://doi.org/10.54846/jshap/1254>
- Bergsma R., Kanis E., Verstegen M.W.A., van der Peet-Schwering C.M.C., Knol E.F. (2009). Lactation efficiency as a result of body composition dynamics and feed intake in sows. *Livestock Science* 125(2-3): 208-222. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.04.011>
- Carrión-López M.J., Madrid J., Martínez S., Hernández F., Orengo J. (2022a). Effects of the feeding level in early gestation on body reserves and the productive and reproductive performance of primiparous and multiparous sows. *Research in Veterinary Science* 148: 42-51. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2022.05.002>
- Carrión-López M.J., Orengo J., Madrid J., Vargas A., Martínez-Miró S. (2022b). Effect of sow body weight at first service on body status and performance during first parity and lifetime. *Animals* 12(23): 3399. <https://doi.org/10.3390/ani12233399>
- Clowes E.J., Aherne F.X., Foxcroft G.R., Baracos V.E. (2003). Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *Journal of Animal Science* 81(3): 753-764. <https://doi.org/10.2527/2003.813753x>
- Coma J., Gasa J. (2007). Alimentación de la reposición y de la cerda primeriza. XXIII Curso de Especialización FEDNA, 25-26 octubre, Madrid, España, pp 133-178.
- Consejo de la Unión Europea (2008). Directiva 2008/120/CE, de 18 de diciembre, relativa a las normas para la protección de cerdos. *Diario Oficial de la Unión Europea*, núm. 47, de 18 de febrero de 2009, pp. 5-13.
- Costermans N.G.J., Teerds K.J., Middelkoop A., Roelen B.A.J., Schoevers E.J., Van Tol H.T.A., Laurensen B., Koopmanschap R.E., Zhao Y., Blokland M., Van Tricht F., Zak L., Keijer J., Kemp B., Soede N.M. (2020a). Consequences of negative energy balance on follicular development and oocyte quality in primiparous sows. *Biology of Reproduction* 102(2): 388-398. <https://doi.org/10.1093/biolre/ioz175>

- Costermans N.G.J., Soede N.M., Middelkoop A., Laurensen B.F.A., Koopmanschap R.E., Zak L.J., Knol E.F., Keijer J., Teerds K.J., Kemp B. (2020b). Influence of the metabolic state during lactation on milk production in modern sows. *Animal* 14(12): 2543-2553. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001536>
- DanBred (2020). Manual de cerdas y nulíparas DanBred en la unidad de apareamiento. Disponible en: <https://danbred-manual.com/es/cerdas-mayores-jovenes/unidad-de-cubriciones/> (Consultado: 30 marzo 2023).
- De Blas C., Gasa J., Mateos G.G., Madrid U.P., Barcelona U.A. (2013). Necesidades nutricionales para ganado porcino normas FEDNA (2ª edición). Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, Madrid, 109 pp.
- De Rensis F., Gherpelli M., Superchi P., Kirkwood R.N. (2005). Relationships between backfat depth and plasma leptin during lactation and sow reproductive performance after weaning. *Animal Reproduction Science* 90(1-2): 95-100. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.017>
- Farmer C., Duarte C.R.A., Vignola M., Parlin M.F. (2016). Body condition of gilts at the end of gestation affects their mammary development. *Journal of Animal Science* 94(5): 1897-1905. <https://doi.org/10.2527/jas.2016-0336>
- Ferreira S.V., Rodrigues L.A., Ferreira M.A., Alkmin D.V., Dementshuk J.M., Almeida F.R.C.L., Fontes D.O. (2021). Plane of nutrition during gestation affects reproductive performance and retention rate of hyperprolific sows under commercial conditions. *Animal* 15(3): 100153. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100153>
- Gaillard C., Gauthier R., Cloutier L., Dourmad J.Y. (2019). Exploration of individual variability to better predict the nutrient requirements of gestating sows. *Journal of Animal Science* 97(12): 4934-4945. <https://doi.org/10.1093/jas/skz320>
- García Almeida JM, García García, Bellido Castañeda V, Bellido Guerrero D (2018). Nuevo enfoque de la nutrición. Valoración del estado nutricional del paciente: función y composición corporal. *Nutrición Hospitalaria* 35(3-extra): 1-14. <https://doi.org/10.20960/nh.2027>
- Gonçalves M.A.D., Gourley K.M., Dritz S.S., Tokach M.D., Bello N.M., DeRouchey J.M., Woodworth J.C., Goodband R.D. (2016). Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. *Journal of Animal Science* 94(5): 1993-2003. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0087>
- Højgaard C.K., Bruun T.S. (2021). Baggrund for ændring af anbefalet rygspæktykkelse hos søer omkring faring. SEGES Report No.: 2130. Axelborg, Copenhagen, Denmark; 28 pp.
- Houde A.A., Méthot S., Murphy B.D., Bordignon V., Palin M.F. (2010). Relationships between backfat thickness and reproductive efficiency of sows: A two-year trial involving two commercial herds fixing backfat thickness at breeding. *Canadian Journal of Animal Science* 90(3): 429-436. <https://doi.org/10.4141/CJAS09115>
- Kim J.S., Yang X., Pangeni D., Baidoo S.K. (2015). Relationship between backfat thickness of sows during late gestation and reproductive efficiency at different parities. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Sciences* 65(1): 1-8. <https://doi.org/10.1080/09064702.2015.1045932>
- Kim J.S., Yang X., Baidoo S.K. (2016). Relationship between body weight of primiparous sows during late gestation and subsequent reproductive efficiency over six parities. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 29(6): 768-774. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0907>
- Koketsu Y., Tani S., Iida R. (2017). Factors for improving reproductive performance of sows and herd productivity in commercial breeding herds. *Porcine Health Management* 3(1): 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40813-016-0049-7>
- Maes D.G.D., Janssens G.P.J., Delputte P., Lamertyn A., 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* 91(1-2): 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.06.015>
- Mallmann A.L., Betiolo F.B., Camilloti E., Mellagi A.P.G., Ulguim R.R., Wentz I., Bernardi M.L., Gonçalves M.A.D., Kummer R., Bortolozzo F.P. (2018). Two different feeding levels during late

- gestation in gilts and sows under commercial conditions: Impact on piglet birth weight and female reproductive performance. *Journal of Animal Science* 96(10): 4209-4219. <https://doi.org/10.1093/jas/sky297>
- Ministerio de la Presidencia, Relaciones con las Cortes y Memoria Democrática (MPR) (2020). Real Decreto 306/2020, de 13 de febrero, por el que se establecen normas básicas de ordenación de granjas porcinas intensivas, y se modifica la normativa básica de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 38, de 13 de febrero de 2020, pp. 13761-13791.
- National Research Council (2012). *Nutrients requirements of Swine*, 11th. Ed. National Academy Press, Washington, DC, USA, pp 420.
- Oliviero C., Junnikkala S., Peltoniemi O. (2019). The challenge of large litters on the immune system of the sow and the piglets. *Reproduction in Domestic Animals* 54(53): 12-21. <https://doi.org/10.1111/rda.13463>
- Roongsitthichai A., Tummaruk P. (2014). Importance of backfat thickness to reproductive performance in female pigs. *The Thai Journal of Veterinary Medicine* 44(2): 171-178. <https://doi.org/10.56808/2985-1130.2557>
- Strathe A.V., Bruun T.S., Hansen C.F. (2017). Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. *Animal* 11(11): 1913-1921. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000155>
- Strathe A.V., Bruun T.S., Tauson A.H., Theil P.K., Hansen C.F. (2020). Increased dietary protein for lactating sows affects body composition, blood metabolites and milk production. *Animal* 14(2): 285-294. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001678>
- Sulabo R.C., Jacela J.Y., Tokach M.D., Dritz S.S., Goodband R.D., Derouchey J.M., Nelssen J.L. (2010). Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Journal of Animal Science* 88(9): 3145-3153. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2131>
- Theil P.K., Farmer C., Feyera T. (2022b). Review: Physiology and nutrition of late gestating and transition sows. *Journal of Animal Science* 100(6): skac176. <https://doi.org/10.1093/jas/skac176>
- Theil PK, Krogh U, Bruun TS, Feyera T (2022a). Feeding the modern sow to sustain high productivity. *Molecular Reproduction and Development* 90(7): 517-532. <https://doi.org/10.1002/mrd.23571>
- Theil P.K., Nielsen M.O., Sørensen M.T., Lauridsen C. (2012). Lactation, milk and suckling. En: *Nutritional physiology of pigs* (Ed. Knudsen K.E., Kjeldsen N.J., Poulsen H.D., Jensen B.B.), pp. 1-47. Danish Pig Research Centre, Copenhagen, Denmark.
- Tokach M.D., Menegat M.B., Gourley K.M., Goodband R.D. (2019). Review: Nutrient requirements of the modern high-producing lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. *Animal* 13(12): 2967-2977. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001253>
- (Aceptado para publicación el 11 de octubre de 2023)