



Facultad de Veterinaria
Universidad Zaragoza



Trabajo Fin de

Autor/es

Director/es

Facultad de Veterinaria

ÍNDICE	Pág.
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	3
4. LA CERDA HIPERPROLÍFICA.....	3
4.1. CONCEPTO.....	3
4.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA HIPERPROLIFICIDAD.....	4
4.3. FASES PRODUCTIVAS.....	7
4.3.1. REPOSICIÓN Y RECRÍA.....	7
4.3.2. GESTACIÓN.....	9
4.3.3. MATERNIDAD.....	11
4.3.3.1. PROGRAMACIÓN Y ATENCIÓN AL PARTO.....	11
4.3.3.2. ENCALOSTRAMIENTO.....	12
4.3.3.3. ADOPCIONES.....	13
4.4. ALIMENTACIÓN.....	16
5. ESTUDIO PRÁCTICO.....	19
5.1. OBJETIVOS.....	19
5.2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
5.2.1. GRANJAS ESTUDIADAS.....	19
5.2.2. VARIABLES ESTUDIADAS.....	22
5.2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	22
5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
5.4. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PRÁCTICO.....	29
6. CONCLUSIONES.....	29
7. CONCLUSIONS.....	29
8. VALORACIÓN PERSONAL.....	30
9. BIBLIOGRAFÍA.....	30

RESUMEN

El presente trabajo ha sido realizado para tratar un tema de suma importancia y actualidad en el sector porcino como es la aparición y constante evolución de las líneas genéticas de reproductoras hiperprolíficas. La introducción de estas variantes genéticas y su continuo progreso es un tema de relevancia mundial que está permitiendo mejorar los resultados productivos de forma espectacular en un corto periodo de tiempo, sin ir exento de una serie de problemas que están obligando a modificar la forma de trabajar en las granjas, principalmente el manejo y la nutrición. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica con el objetivo de profundizar en los aspectos más relevantes de estas líneas genéticas y poder entender la forma de trabajar que hay en las granjas y así obtener el máximo potencial que pueden ofrecer estas reproductoras. Además, dicha revisión se ha completado con un estudio práctico realizado en la cooperativa COPISO (Soria) para comprobar los resultados productivos de este tipo de cerdas comparando dos explotaciones, una que trabaja con una línea hiperprolífica (DANBRED) y otra con una genética “convencional” (PIC).

ABSTRACT

The present work has been carried out to study a really important and current topic in the swine sector such as the emergence and constant evolution of the genetic lines of hyperprolific sows. The introduction of these genetic varieties and their continuous progress is a matter of worldwide relevance that is improving the productive results on a very amazing way in a short period of time; however, it also has some problems which are forcing to change the way farmers work in their farms, especially the management and nutrition. A review work has been redacted in other to explain the most important aspects of these new genetic lines and to understand how farmers have to deal with them for getting the best results. Also, the bibliography work has been completed with a practical stud, developed in the cooperative COPSO (Soria) to check the productive data of these sows comparing two farms, one which work with a hyperprofilic line (DANBRED) and other one which works with a conventional genetic line (PIC).

1. INTRODUCCIÓN

El sector porcino español es muy importante tanto a nivel nacional como internacional. Dentro de nuestro país, es el cuarto sector industrial, produciendo el 2% del PIB, aportando más del 60% del total de la carne producida y creando empleo para 80.000 personas (Tainta, 2016).

Continúa siendo el sector ganadero líder en España, representando más del 37% de la PFG (Higuera, 2016) y cerca de un 15% de la PFA, siendo Aragón y Cataluña las CCAA con más peso. A nivel internacional, España ocupa el cuarto lugar en producción porcina, por detrás de China, EEUU y Alemania, aunque las últimas informaciones apuntan a que ya somos el tercer productor mundial.

En los últimos años ha habido un incremento considerable del volumen de exportaciones. Los países donde más se exporta son Francia y Alemania, dentro de la UE, y China como país tercero. En 2015 aumentaron las exportaciones entre un 11 y un 18% debido sobre todo a los países terceros, y es que se ha encontrado en China un buen mercado que ha servido para reponerse al cierre del mercado ruso (Higuera, 2016). Todo esto es gracias a que en España hay un elevado nivel de calidad del sector, con explotaciones cada vez más productivas y más aceptables a nivel de sanidad contando con un buen sistema de control de enfermedades (Tainta, 2016).

Durante los últimos años ha habido un incremento en los censos de reproductoras y del total de animales censados acompañado de una mejora en la eficiencia y eficacia de la producción que está permitiendo incrementar el número de animales producidos por cerda (capacidad de destete) gracias a la aparición de las llamadas líneas genéticas hiperprolíficas. Paralelamente al incremento del censo, se está mejorando la estructura de la producción, disminuyendo el número neto de explotaciones y aumentando el número de granjas de mayor tamaño (Higuera, 2016).

Actualmente, la mayoría de los programas genéticos de mejora disponen de líneas maternas en las que la prolificidad es uno de los caracteres más importante del objetivo de selección. La meta es conseguir camadas lo más grandes posibles para intentar destetar y engordar el máximo número de lechones posibles, y de esta manera aumentar la productividad en las granjas con el mismo número de reproductoras. Pero una fuerte mejora genética no siempre va acompañada de una mejora proporcional en la producción. En gran parte es debido a que las granjas reciben la cerda hiperprolífica pero no son capaces de aprovechar todo el potencial que puede mostrar y además tienen que hacer frente a las nuevas exigencias que supone su incorporación a la explotación.

La mejora en genética está provocando modificaciones en la forma de producción para adaptarse a las exigencias del mercado y las necesidades de las nuevas líneas hiperprolíficas. La evolución de estas razas tiene que ir acompañada necesariamente de una adaptación en el dimensionamiento de las granjas, el manejo de los animales, la forma de alimentación y

nutrición, especialmente debido a las nuevas exigencias nutricionales, la sanidad de la explotación y la política de reemplazo de las cerdas.

2. JUSTIFICACIÓN

La aparición de las nuevas líneas genéticas de reproductoras hiperprolíficas en el sector porcino es un tema de actualidad que ofrece la posibilidad de aumentar la productividad en las explotaciones gracias a que permiten incrementar el número de lechones destetados por cerda. Esto, unido a la gran importancia y peso que tiene el mundo del porcino en la economía española, hace que sea un tema que está despertando mucho interés a la vez que incertidumbre entre los profesionales del sector. Estas razones, junto a la escasa información que se da de estas reproductoras durante la realización del Grado en Veterinaria, han motivado a la elaboración de este Trabajo Fin de Grado, ya que posiblemente, estemos ante el futuro de la producción porcina española y mundial.

3. OBJETIVOS

Realizar una revisión bibliográfica sobre las cerdas hiperprolíficas y las posibilidades que ofrecen estas nuevas líneas genéticas para el sector porcino, profundizando en las ventajas e inconvenientes que presentan al introducirlas en la industria y analizando las medidas de manejo y nutricionales que se están poniendo en marcha para aprovechar el potencial que pueden ofrecer. Esta revisión se completa con un estudio, realizado con datos de campo, que permite comparar los resultados productivos de una explotación que trabaja con una genética hiperprolífica (DANBRED) frente a otra que trabaja con una línea convencional (PIC), ambas pertenecientes a la Cooperativa COPISO.

4. LA CERDA HIPERPROLÍFICA

4.1. CONCEPTO

No existe una definición concreta para el término “cerda hiperprolífica”. Se suelen describir como “aquellas cerdas que paren más de 14 ó 16 lechones por camada” o “cerdas que paren más lechones que mamas tienen”. Lo cierto es que, bajo este concepto, están incluidas muchas líneas genéticas cuya característica principal es la producción de camadas con un elevado número de lechones y, como consecuencia, se está aumentando el número de lechones destetados por cerda al año. Las líneas genéticas de cerdas hiperprolíficas han sido

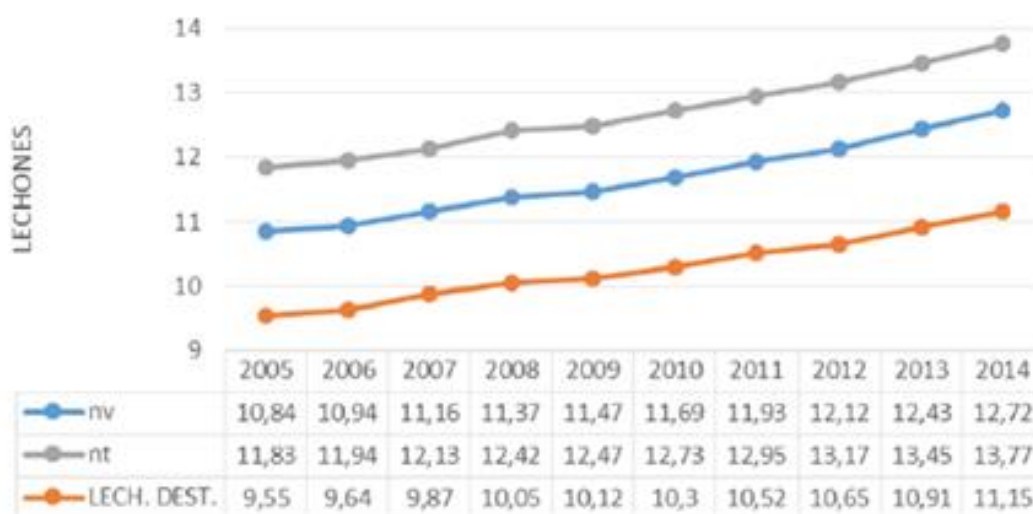
originadas a partir de diferentes programas de selección, la mayoría procedentes de países nórdicos. Una de las que está aumentando su censo en España es la DANBRED (Dinamarca).

4.2. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA HIPERPROLIFICIDAD

Gracias a la inclusión de estas líneas genéticas, las mejoras en el manejo reproductivo y la gestión técnica y sanitaria de las granjas se está aumentando mucho la productividad de las mismas, ya que se está ampliando el censo total de animales prácticamente con el mismo número de reproductoras (Luengo, 2015).

El principal objetivo que se busca con estas reproductoras es incrementar el número de lechones destetados por cerda durante su vida productiva, ya que con el progreso genético se ha conseguido aumentar el tamaño de la camada, mejorando de esta forma la productividad de las granjas (Figura 1).

Figura1: Evolución de los lechones nacidos y destetados por cerda (Luengo, 2015).



Sin embargo, con la inclusión de estas nuevas reproductoras en el sistema de producción han ido apareciendo también una serie de “contras”. Las consecuencias de la mejora genética son la obtención de mayor número de lechones por camada pero con una reducción del peso medio del lechón (más lechones con un peso inferior a 1 kg; figura 2) y una mayor dispersión de pesos al nacimiento, resultando en camadas más heterogéneas y con más lechones nacidos muertos. Esto produce una menor viabilidad y calidad de los lechones de forma que está aumentando la mortalidad en maternidad y transición (Luengo, 2015) (Figura 3).

Figura 2: Relación entre el número de lechones nacidos totales por camada (eje x) y el porcentaje de lechones de bajo peso (eje y) (Thorup, 2005).

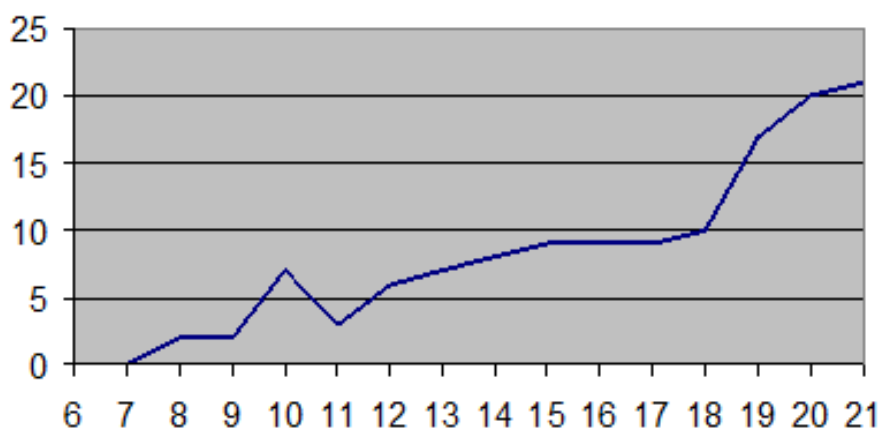
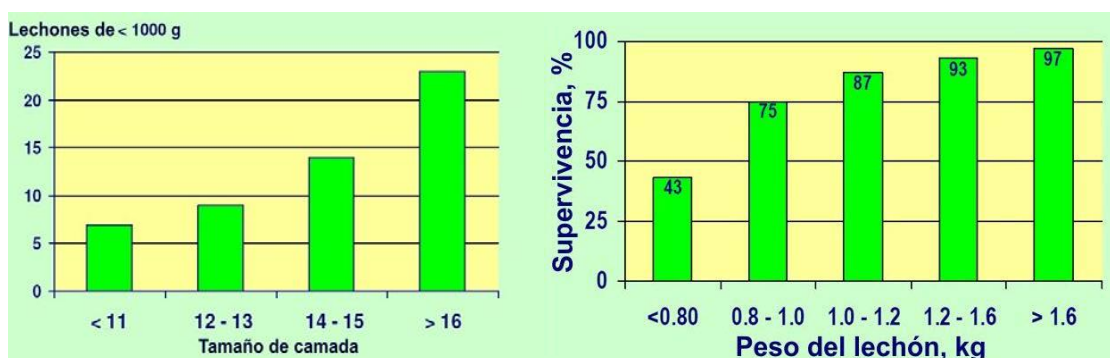


Figura 3: Influencia del tamaño de la camada sobre el porcentaje de lechones con un peso al nacimiento inferior a 1 kg (izq.) y de éste sobre la supervivencia en lactación de los lechones (der.) (Quiniou et al., 2002)



La mortalidad en el parto se debe a un problema multifactorial que incluye el tamaño de la camada, la condición corporal de la cerda, el parto y la supervisión y/o atención al parto en la maternidad (Baxter y Edwards., 2013; Vanderhaeghe et al., 2013). Se ha encontrado que el aumento del tamaño de la camada tiene una correlación positiva con el aumento de lechones nacidos muertos y el nacimiento de lechones con menor viabilidad. (Herpin et al., 1996). En el trabajo de Pardo et al. (2013) se observó una tendencia de más lechones nacidos muertos en las cerdas con camadas de bajo peso que en las de camadas con un peso medio más elevado.

El gran tamaño de camada está asociado, como consecuencia del desarrollo asincrónico de los embriones, con un incremento de la dispersión de pesos al nacimiento (Wolf et al., 2008). Esto contribuye a un aumento todavía mayor en las muertes de los lechones por hipotermia, inanición y aplastamientos debido a que los lechones con bajo peso tienen menor capacidad

de termorregulación (Herpin et al., 2002), limitada vitalidad para competir por la ubre y reducida capacidad para escapar a los movimientos de la cerda. Según Kammergaard et al. (2011), la hipotermia es la principal causa de mortalidad de los lechones neonatos y el factor que más predispone a esta hipotermia es un bajo peso al nacimiento. Con menos de 1,1 kg, el lechón tiene comprometida su capacidad termogénica. Asimismo, tal como señalan Hartog y Smits (2005), y Beaulieu et al. (2008), para pesos al nacimiento inferiores a 1,2 kg, además de esta menor viabilidad, los que consiguen sobrevivir, tienen peores rendimientos productivos en la fase de cebo. Estos lechones de bajo peso, al estar más débiles y hambrientos permanecen más tiempo buscando la teta de la madre contribuyendo al aumento del riesgo de la mortalidad por aplastamiento (Weary et al., 1996). A todo esto se le añade el creciente riesgo de sufrir enfermedades ya que no son capaces de recibir la inmunidad calostrual adecuada como resultado de una disminución o limitación de la toma de calostro tras el parto.

El aporte de energía, mediante la movilización de las reservas de glucógeno y la toma de calostro, tiene mucha importancia para los lechones recién nacidos (Theil et al., 2011; Quesnel et al., 2012) hasta que comienza la producción de leche 33 horas después del parto (Krogh et al., 2012). Se ha demostrado que se necesita al menos un consumo de 200 g de calostro por lechón para asegurar su supervivencia (Quesnel et al., 2012). En el estudio de Amdi et al. (2014), se demuestra que únicamente los lechones calificados como normales tienen ese consumo mínimo de calostro necesario, y que solo algunos lechones sospechosos de sufrir el síndrome IUGR (Intr-Uterine Growth Restriction, siglas en inglés de Crecimiento Intra-Uterino Retardado o Restringido) conseguían tomar la cantidad de calostro adecuada, mientras que el resto de lechones no consumían requiriendo de una intervención para asegurar su supervivencia.

Además se está viendo que la duración de la gestación está aumentando y hay un mayor desgaste de la cerda que conduce a una mayor mortalidad, un deterioro de la capacidad materna y a una reducción de la vida productiva que resulta en un aumento de la tasa de reposición (Crespo, 2015).

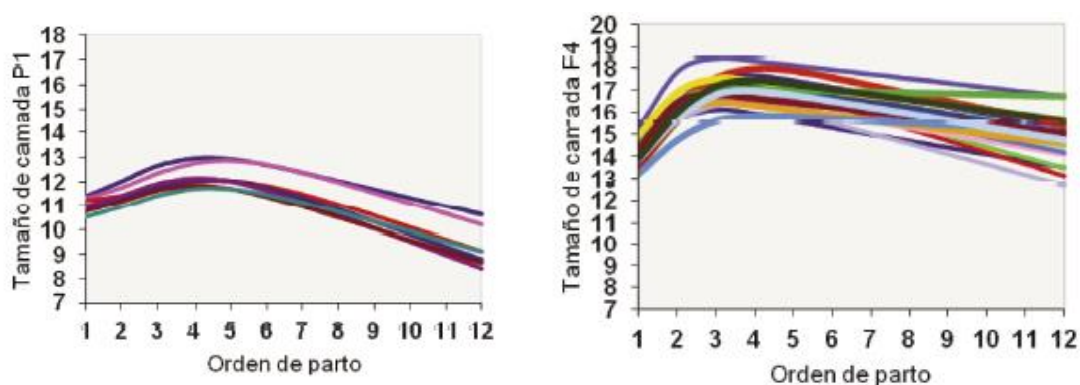
Por lo expuesto, los productores y veterinarios están obligados a modificar y adaptar las técnicas de trabajo y el manejo a las nuevas exigencias de las cerdas hiperprolíficas, lo que va a repercutir en la rentabilidad y en los costes finales, ya que se requiere una mayor atención y manejo en la maternidad y aumentan los costes de reposición y de alimentación. La conclusión es que un aumento de la prolificidad de las cerdas no asegura una mejora de la productividad y de los costes globales (Luengo, 2015).

4.3. FASES PRODUCTIVAS

4.3.1. REPOSICIÓN Y RECRÍA

La rentabilidad de las granjas de madres depende directamente de los lechones producidos (número de lechones por cerda y año) y de los gastos originados en su producción (Kyriazakis y Whittemore, 2006). El máximo tamaño de la camada se alcanza habitualmente en el cuarto parto (Roehe y Kennedy, 1995; Noguera et al., 2002), aunque pueden registrarse diferencias entre las distintas líneas comerciales (Moeller et al., 2004). Existe una correlación positiva entre el tamaño de la camada en el primer parto y la prolificidad de la cerda durante su vida productiva (Quintanilla y Babot, 2008) y se ha visto que la pendiente con la que cae la curva del tamaño de la camada durante la vida productiva no depende de la prolificidad de la cerda (Figura 4). Por eso interesa tener primeros partos con un buen tamaño de camada mediante un adecuado manejo de la reposición para conseguir cerdas más prolíficas durante toda su vida productiva (Fernández et al., 2015).

Figura 4: Curvas de prolificidad de una línea genética “convencional” (izq.) y una línea hiperprolífica (der.) (Fernández et al., 2015).



La mejora de la gestión de las explotaciones de cerdas reproductoras se ha centrado en distintos aspectos generalmente relacionados con el control de los costes de producción (Fernández et al., 2015). El reemplazamiento ha sido uno de los que ha recibido más atención por su impacto económico, después de la alimentación (Plá, 2007). El problema del reemplazamiento consiste en determinar el momento óptimo (Huirne et al., 1988).

Desde la inclusión de las líneas hiperprolíficas se han hecho distintos estudios para observar las modificaciones que ocurren en la vida productiva y en la tasa de reposición o reemplazo de estas nuevas reproductoras encontrando diferentes resultados.

Según Andersson et al. (2016) hay una asociación negativa entre un tamaño de camada elevado en los primeros partos de las cerdas y la duración de su vida productiva. Las cerdas con mayor prolificidad en sus primeros partos tienen una mayor tasa de reposición debido a causas no planeadas, es decir por motivos como desórdenes reproductivos, problemas de mamas o afecciones locomotoras, en comparación con cerdas con menores tamaños de camadas que son reemplazadas por razones más planeadas como una baja productividad o desvieje. Las causas no planeadas de reposición suelen aparecer antes del tercer parto de una cerda, por eso relaciona la elevada prolificidad con una menor rentabilidad de las reproductoras. En la figura 5 se puede observar como las cerdas con mayor prolificidad son las que tienen más problemas reproductivos y locomotores y como consecuencia tienen una menor vida productiva y se retiran de la explotación antes de lo previsto, lo que repercute en la rentabilidad.

Figura 5: Datos de la vida productiva de las cerdas en función del tamaño de la primera camada (Andersson et al., 2016).

Tamaño de la camada	<8	9	10	11	12	13	14	15	16	>17
Cerdas con > 2 camadas (%)	81,7	85,5	85,4	84,2	84,7	84,9	84,4	84,0	84,2	81,7
Cerdas con > 4 camadas (%)	56,4	60,2	61,5	61,8	62,1	60,7	59,7	57,2	58,6	54,5
Cerdas eutanasiadas (%)	5,4	5,1	5,4	6,1	6,8	6,6	7,4	7,5	7,8	8,7
Desórdenes reproductivos (%)	23,8	22,1	22,5	23,2	21,5	21,6	22,4	21,7	22,8	23,8
Baja productividad (%)	11,2	8,3	7,2	6,9	7,7	7,3	7,4	7,6	8,0	7,8
Problemas de mamas (%)	15,5	15,5	16,6	17,2	16,4	17,2	18,0	18,2	18,7	19,0
Problemas locomotores (%)	10,8	11,5	11,7	12,8	12,8	13,0	13,7	13,9	13,8	15,1
Desvieje por la edad (%)	16,7	20,6	19,8	19,1	18,5	18,2	16,9	16,2	14,3	12,0

Según Fernández et al. (2015) una prolificidad elevada va asociada a un acortamiento de la vida productiva de las cerdas reproductoras, ya que no se mantienen en la granja por encima de siete u ocho ciclos reproductivos porque consiguen destetar un mayor número de lechones por cerda al año y, por tanto, se rentabilizan antes. En contrapartida, una prolificidad baja incide en un alargamiento de la vida productiva porque las reproductoras requieren más tiempo para amortizarse. Esto implica que explotaciones con elevada prolificidad tienen mayor tasa de reemplazo que las de menor prolificidad. Pero se ha confirmado que los ingresos netos

de los rebaños dependen fundamentalmente de los lechones destetados por cerda y año más que de la longevidad de las cerdas, lo que significa que altas tasas de reposición serían compensadas económicamente por el número de lechones destetados.

Por un motivo u otro, en las granjas con cerdas de elevada prolificidad se ha visto una reducción de la vida productiva de la cerda y un aumento de la tasa de reemplazo, lo que influye en la rentabilidad de la reproductora en la explotación, debido en gran parte a problemas reproductivos, locomotores o posiblemente derivados de un manejo que no se ajuste a las necesidades de estas cerdas.

Aproximadamente el 40-50 % de las cerdas son enviadas anualmente a sacrificio en una explotación y son reemplazadas por cerditas, por lo que el rendimiento reproductivo de estas nulíparas va a influenciar, a largo plazo, en el rendimiento reproductivo de la granja (Roongsitthichai et al., 2013). Así, las cerdas se deberían reemplazar cuando su productividad esperada es inferior a la de una cerda de reemplazo (Martínez-Giner et al., 2008). Un aspecto importante a tener en cuenta es que no se puede establecer una política de reemplazo general sino que va a depender en cada caso de los parámetros propios de cada explotación (Rodríguez et al., 2012).

La edad de cubrición de las cerditas de reposición tiene influencia sobre su vida reproductiva y su longevidad (Koketsu et al., 1999; Tummaruk et al., 2001; Patterson et al., 2010). Las reproductoras de reposición se suelen cubrir con una edad de 210-270 días, cuando expresan su segundo celo. Las nulíparas que son cubiertas a una edad muy avanzada van a tener una menor vida productiva y un mayor riesgo de sacrificio por problemas de infertilidad (Young et al., 2008). Además, un retraso en la primera cubrición va a incrementar los días no productivos de manera que se altera el rendimiento reproductivo de la cerda (Tummaruk et al., 2007).

4.3.2. GESTACIÓN

Las genéticas actuales han sido seleccionadas por una mayor prolificidad, teniendo estas cerdas unas tasas de ovulación muy altas, lo que incrementa el número de fetos presentes en el útero. Pero el útero no aumenta de tamaño en una proporción igual a lo que lo hace el número de fetos, por lo que el espacio uterino y el aporte de sangre al mismo son un aspecto limitante. El menor espacio relativo asignado a cada feto reduce las posibilidades de una adecuada alimentación durante la gestación, repercutiendo sobre la ganancia de peso durante esta etapa (Canario et al., 2010); cuando el tamaño de la camada aumenta, el flujo de sangre en el útero se incrementa en menor medida que el número de fetos, dando lugar a un

reducido flujo sanguíneo uterino y, por lo tanto, a un menor suministro de nutrientes (Bérard et al., 2010). Esto da lugar a un síndrome conocido como IUGR, uno de los principales factores a evitar en la fase de gestación, por ser una de las causas que origina la gran dispersión de pesos al nacimiento y el aumento del número de lechones con peso bajo. Es importante que se produzca un adecuado desarrollo de la placenta y el endometrio para que haya un adecuado intercambio entre la circulación fetal y maternal, teniendo además esto un importante papel en el crecimiento y desarrollo de los fetos. Se ha visto que los niveles de nutrientes en el plasma de la vena umbilical difieren entre los fetos que sufren IUGR y los fetos normales, lo que sugiere que el transporte de nutrientes en la unidad útero-placenta está alterada en los fetos que sufren IUGR (Chen et al., 2015). Además, crucial para el crecimiento intrauterino un eficaz transporte de sustratos en los tejidos del útero y la placenta es para aportar nutrientes de la madre al feto y eliminar los desechos metabólicos del feto (Marconi et al., 2008).

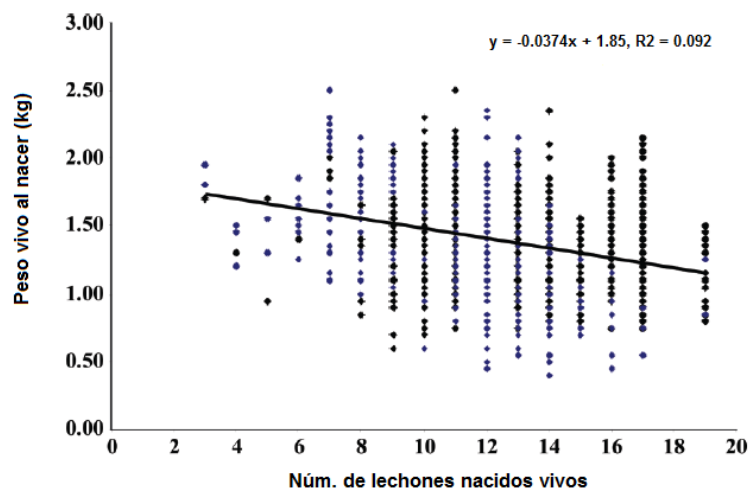
El IUGR afecta también al desarrollo de las fibras musculares de los lechones, provocando pérdidas en el sistema de producción (Tse et al., 2008). El número total de fibras musculares formadas va a determinar la masa muscular total del cerdo. La población de fibras primarias va a provocar la fusión de los mioblastos para formar las fibras secundarias, y finalmente, sobre el día 90 de gestación se produce la hiperplasia de las fibras secundarias (Wigmore y Stickland, 1983). La hiperplasia de las fibras musculares se produce al final de la gestación, pero la determinación del número de fibras musculares tiene lugar mucho antes y es sensible al status nutricional y al ambiente uterino. Estudios en líneas danesas sugiere que el IUGR influye negativamente en el número de fibras musculares (Town et al., 2005).

La malnutrición intrauterina puede limitarse mediante elementos nutricionales en la gestación, ya que esto tiene un efecto en la miogénesis, resultando en un mejor desarrollo de las fibras musculares esqueléticas, y en un mayor peso al nacimiento y crecimiento posterior. En conclusión, si se quiere aumentar el peso del lechón al nacimiento y reducir la variación intracamada, se deben dirigir los esfuerzos a mantener un entorno favorable útero-placenta-embrión (Rekiel et al., 2014).

Hegarty y Allen (1978) concluyen que, dentro de una camada, los lechones más pequeños tienen un potencial de crecimiento muscular reducido y, como consecuencia, necesitan de media 23 días más de estancia en cebadero para llegar al peso de sacrificio. Esa menor tasa de crecimiento puede estar explicada por una reducida eficiencia en la utilización de los nutrientes observada en los lechones de bajo peso al nacimiento y provocada por los efectos del síndrome IUGR sobre el desarrollo del tracto digestivo del lechón (Wang et al., 2009; D'Inca et al., 2011; Alvarenga et al., 2012).

No todos los ovocitos ovulados sobreviven, un 30-50% mueren (Geisert y Schmitt 2002) y los que sobreviven deben completar una adecuada adaptación sobre un área de la placenta con un buen aporte sanguíneo y aporte de nutrientes. Los embriones que se implantan más tarde van a tener desventaja en su desarrollo debido a las secreciones hormonales de los otros embriones y esto puede explicar cómo un mayor apiñamiento intrauterino puede dar lugar a la producción de lechones muy pequeños al nacer (Perry y Rowell, 1969; Dzuik, 1985) (Figura 6).

Figura 6: Relación entre el número de lechones nacidos vivos por camada y el peso vivo del lechón al nacer (Beaulieu et al., 2010).



4.3.3. MATERNIDAD

4.3.3.1. Programación y atención de partos

Para programar y atender los partos se debe llevar a cabo una buena planificación con las cerdas gestantes en lotes. La sincronización se puede llevar a cabo con diferentes productos como el cloprostenol, el alfaprostol y el dinoprost trometamina, siguiendo siempre sus instrucciones de uso y precauciones. La sincronización e inducción del parto reduce la mortalidad de los lechones porque una alta proporción de los mismos ocurrirá durante las horas que están los operarios, el parto puede ser supervisado de cerca permitiendo ayudar a los lechones débiles y reducir la variación de edades de los lechones al destete (Kraeling y Webel, 2015).

En un parto normal (duración entre 90-180 minutos) después de observar el comportamiento tipo previo comienzan las contracciones y la cerda expulsa el primer lechón. El intervalo normal entre lechones no debe ser superior a 25 minutos. Hay ganaderos que, de forma rutinaria, después de la expulsión del primer lechón administran oxitocina para acelerar el proceso y evitar el desgaste de la cerda. Además, y de forma natural, el tiempo medio de expulsión entre lechones aumenta a medida que transcurre el parto, puesto que cada vez existe mayor desgaste y el grado de fatiga aumenta, al igual que en cerdas con más número de partos. En el caso de que transcurran más de 25-30 minutos desde la expulsión del último lechón debe procederse a la intervención manual para la extracción del siguiente lechón.

4.3.3.2. Encalostramiento

El calostro es una fuente de energía que es requerida para prevenir la hipoglucemia y la hipotermia en lechones, y contiene además factores de crecimiento naturales que ayudan en el desarrollo normal de los órganos vitales y del tracto intestinal aún inmaduro. Además, contiene anticuerpos (inmunoglobulinas) que garantiza la inmunidad pasiva al lechón ya que estos nacen sin apenas defensas. La capacidad de absorción por parte del neonato de estos anticuerpos es máxima entre las 4 y 12 horas post-parto y después disminuye, siendo nula a las 48 horas. Es necesario un mínimo de 200 g de calostro para mantener la temperatura corporal por encima de la termoneutralidad (entre 30-35°C) y asegurar la supervivencia del lechón recién nacido. El nivel de anticuerpos que se alcanza en cada lechón también es determinante para la mortalidad de los mismos (Devillers et al., 2004, 2011).

Los lechones de bajo peso obtenidos en estas camadas tienen menos capacidad para acceder a las mamas e ingerir la suficiente cantidad de calostro y leche (Devillers et al., 2007). Además, debido a que hay mayor número de lechones que de mamas, y sabiendo el número de tetas funcionales de cada cerda, es posible realizar diferentes manejos para asegurar el encalostrado de los lechones, sobre todo los de menor peso para intentar reducir la mortalidad.

Una técnica de manejo es el Split-nursing o encalostramiento secuencial (Imagen 1) que consiste en separar de la madre a los lechones más grandes para permitir a los más débiles su correcto encalostramiento (Donovan y Dritz, 1996). Los lechones separados se marcarán con un marcador y estarán en una caja o bidón durante una hora aproximadamente. Pasado ese tiempo, estos lechones se cambiarán por otros de igual tamaño o similar, pero nunca por los lechones más pequeños, que nunca entrarán en la rotación de las separaciones. Hay que saber el número de mamas funcionales de la cerda y el número de lechones que tiene, y dejar como

máximo el mismo número de lechones que de mamas si es posible (San Joaquín Romero, 2015). Con esta técnica aseguramos el correcto encalostrado, con la propia madre, de todos los lechones, dando oportunidad a los más pequeños de acceder a una mama.

Imagen 1: Split-nursing o encalostramiento secuencial (San Joaquín Romero, 2015).



Otra forma para asegurar que los lechones reciban energía y evitar la muerte por inanición puede ser el ordeño de otras cerdas y suministrárselo a los lechones de forma manual. Si se hace esto, hay que tener en cuenta que es preferible ordeñar una cerda de tercer o cuarto parto que una primeriza, ya que la primera habrá estado expuesta a más enfermedades que la cerda primeriza y tendrá más variedad de anticuerpos (Friesen, 2010).

4.3.3.3. Adopciones

Una vez asegurado el encalostramiento del máximo número de lechones posibles hay que asegurar una buena lactancia para todos ellos, teniendo en cuenta que la producción lechera de las cerdas es un factor limitante. El objetivo es conseguir buenos crecimientos e intentar que las crías lleguen al destete con pesos lo más homogéneos posibles. Para conseguirlo también hay diferentes técnicas de manejo o nutricionales.

Una de ellas es el cross-fostering, que consiste en igualar las camadas para que tengan pesos similares los lechones, evitando así la competencia entre ellos en la medida de lo posible y consiguiendo un buen consumo de leche durante la lactancia. Se pueden mover los lechones más pesados o los más ligeros, siempre y cuando las camadas queden igualadas en los pesos y no excedan el número de mamas funcionales (Bilkei y Biro, 1999). Hay que asegurarse de que

la cerda receptora tiene un número adecuado de mamas funcionales para evitar competencias. English y Bampton (1982) vieron que aplicar esta técnica reducía la mortalidad pre-destete hasta en un 40%.

Es frecuente en las camadas de cerdas hiperprolíficas que no haya suficientes mamas para tantos lechones, puesto que todas las hembras tendrán grandes camadas y el cross-fostering o adopciones cruzadas pueden no servir. En este caso habrá que recurrir a las adopciones con madres nodrizas. En principio, una hembra nodriza criará sus propios lechones hasta que sean destetados. Entonces, esta cerda se hará cargo de un nuevo grupo de lechones recién nacidos. En la práctica, sin embargo, esta técnica es un poco más complicada. Los lechones deben mamar el calostro de su propia madre durante al menos 12 horas, para tener la seguridad de que han recibido la suficiente cantidad. Por esta razón, ningún lechón debe ser movido a una cerda nodriza inmediatamente después del nacimiento.

A la hora de realizar adopciones con madres nodrizas hay que tener muy bien organizado el trabajo. Hay que seguir una estrategia y planificación adecuadas para evitar problemas, comenzando desde el momento de la cubrición y formación de lotes de las hembras. Así se consigue algo muy importante a la hora de hacer las adopciones, y es que haya una sincronización entre las madres receptoras y las que aportan los lechones. De esta forma se reduce la mortalidad neonatal de los lechones y hay seguridad de que cada lechón tiene por lo menos un pezón funcional disponible. Se consigue una homogeneización de las camadas que se ha de llevar a cabo en función del potencial productivo de la cerda receptora. Esta uniformización de las camadas aumenta la tasa de supervivencia de los lechones, pero se ha visto que puede disminuir la velocidad de crecimiento de los animales adoptados con respecto a los propios en las primeras etapas.

Para el manejo de los lechones de cerdas hiperprolíficas hay diferentes modos de adopción. Estos movimientos de lechones vienen determinados por el manejo en bandas que realice cada explotación (semanal, cada dos semanas, cada tres o cada cuatro). Una técnica que se usa con frecuencia se conoce como “subida de camadas”. Se cogerán los lechones sobrantes de cada camada y se pasarán a las cerdas de las bandas anteriores que ya hayan destetado sus lechones. Cuanto mayor sea este salto, más difícil será el éxito de la adopción, por eso ésta técnica es aconsejable en granjas que lleven un manejo en bandas semanales. La ventaja de este sistema es que tenemos las naves de maternidad con todos los huecos ocupados, pero esta técnica tiene algunos inconvenientes. El primero es que se van a destetar lechones más precoces. Además cuando una cerda desteta lechones con 21 días de edad con gran apetito, puede resultar problemático iniciar de nuevo la lactación con lechones recién nacidos que no

requieren tanta producción de leche, por eso es mejor este manejo en explotaciones con bandas cada semana, para que solo haya una semana de lactación de diferencia entre la madre que cede lechones y la nodriza que los adopta. De esta manera la producción de leche de la nodriza se ajusta más a la edad de los lechones adoptados.

Otra técnica es la que se denomina de “los huecos en maternidad”. Consiste en mover a la cerda en lugar de la camada, llevándola a una paridera vacía en la sala de maternidad y que está pensada para ello. Una vez que los lechones han sido encalostrados (Split-nursing), se llevan a los lechones sobrantes, normalmente como en todas las adopciones los de mayor tamaño, a una cerda que habrá destetado ya y que ocupará la paridera vacía. De esta forma se consigue que en el destete los lechones tengan la misma edad y no sean precoces. La desventaja es que la sala de maternidad no está al 100% y la producción de leche de la cerda puede no ser la adecuada para los lechones jóvenes.

Para evitar estos problemas se plantea la idea de proporcionar una hembra nodriza adicional (nodriza de dos etapas o two step nurse) con el fin de establecer la lactación. Esta técnica requiere disponer de dos cerdas. Una cerda debe estar preparada para destetar a sus lechones y otra será la cerda nodriza de dos etapas, que amamantará sus lechones durante 4-8 días y serán transferidos a la hembra destetada, ya que entonces su apetito será más adecuado para la producción de leche de la hembra. La cerda destetada alimentará a estas crías por un periodo de 2 a 3 semanas, dependiendo de cuánto tiempo ya hayan sido amamantadas. Por lo tanto, los lechones podrán ser destetados después de por lo menos 21 días, de manera que se cumplen los requisitos de la Unión Europea para el periodo de amamantamiento. La cerda, que ha estado criando durante 4-8 días, se convertirá en cerda nodriza para los nuevos lechones recién nacidos, y los amamantará por lo menos 21 días más, además de aquellos días que la hembra nodriza ya ha pasado con sus propios lechones (Thorup, 2005).

Hay que destacar que una adopción bien realizada aumenta el número de lechones destetados/cerda/año, siendo además estos lechones más saludables y con mayor peso, pero también hay que tener en cuenta que se va a reducir el número de ciclos/cerda/año. En definitiva, conseguimos disminuir la mortalidad durante la lactancia y/o mejoramos el peso medio de los lechones al destete, lo que compensará la reducción del número de ciclos/cerda/año y permitirá rentabilizar la producción.

Por otro lado, los lacto-reemplazantes (leche artificial) y los piensos de arranque pueden ser una buena alternativa durante el periodo nacimiento-destete para mejorar la supervivencia del lechón y reducir la heterogeneidad de la camada. Sin embargo, el principal propósito de usar la dieta pre-destete, aparte de suministrar una cantidad extra de nutrientes, es adaptar el

tracto gastrointestinal a alimento sólido y promover el desarrollo de enzimas necesarias que mejoren la digestión de las dietas post-destete (Balfagón y Jiménez-Moreno, 2014). El uso de un lacto-reemplazante para reconstitución en líquido a lechones mejora el crecimiento y el peso de la camada al destete (Azain et al., 1996; Wolter et al., 2002).

Como puede verse en el estudio de Rekiel et al. (2014), otros factores como el uso de alimento sólido complementario pueden compensar las diferencias causadas por el peso al nacimiento, reduciendo la heterogeneidad. Diferentes trabajos hablan de los efectos positivos del “creep feeding” (alimentación sólida) en la reducción de la heterogeneidad de la camada. La reducción en la dispersión de pesos proviene de la mejora que manifiestan los lechones de bajo peso al nacimiento, no solo durante la fase de lactación sino también en su adaptación post-destete. En un estudio reciente, Solá-Oriol (2013) vio que los lechones de menor peso tienen mejor adaptación al pienso pre-starter debido a que su consumo de “creep feed” durante la lactación fue superior, mientras que los lechones de mayor peso al destete consumieron más leche materna y tuvieron menor consumo de pienso previo.

4.4. ALIMENTACIÓN

El vertiginoso avance que se está produciendo en genética es mucho más rápido que el que ocurre en el campo de la nutrición porcina. Esta diferencia de velocidad ocasiona problemas en el día a día en las explotaciones a los que se deben hacer frente. Poco a poco se van modificando los programas de alimentación de estas cerdas para adaptarse a las nuevas (crecientes) necesidades nutricionales en determinadas fases. Una correcta condición corporal de la cerda durante toda su vida productiva, además de garantizar una mayor longevidad y rentabilidad, da lugar a lechones nacidos más viables, con un peso medio más elevado, más homogéneo y con mayor vitalidad. Y para ello, la alimentación de la cerda a lo largo de toda su vida productiva, modelizando cada fase de producción, va a influir de forma directa en dicha calidad de los lechones al nacimiento (Balfagón y Jiménez-Moreno, 2014).

Las cerdas de reposición normalmente son alimentadas ad libitum con una dieta baja en energía para evitar un excesivo engrasamiento indeseado en el momento de la pubertad, lo que también permite un crecimiento más suave para prevenir problemas de patas y pezuñas y una ganancia excesiva de grasa. Las concentraciones de Ca y P deben ser lo suficientemente altas para asegurar una buena mineralización de los huesos, ya que durante la gestación y lactación habrá movilización de Ca que provendrá de los mismos. Además, una deficiencia

proteica o de aminoácidos conduce a un retraso en la aparición de la pubertad. (Kraeling y Webel, 2015).

Se debe asegurar una buena pauta de alimentación de la cerda de reposición para que llegue a la cubrición con un peso y condición corporal adecuados, además de permitir un buen crecimiento folicular, con folículos grandes y numerosos, y una buena tasa de ovulación. Además las cerdas que tienen un buen crecimiento corporal probablemente tendrán un mejor desarrollo uterino. Por eso, una medida del peso corporal antes de la inseminación podría ser usado para predecir el tamaño uterino y el número de lechones nacidos por camada en las nulíparas (Tummaruk, 2014). De esta forma se podrá conseguir una buena primera camada que influirá sobre toda la vida productiva de la joven reproductora.

Muchas cerdas de primera camada tienen un rendimiento reproductivo subóptimo en su segundo ciclo con un incremento del intervalo destete-cubrición, una baja tasa de partos y un pequeño tamaño de la camada (Morrow et al., 1989). Estos efectos negativos en la reproducción son debidos a un balance energético negativo durante la primera lactación (Thaker y Bilkei, 2005). Numerosos autores han demostrado que el nivel de alimentación durante la lactación o durante la fase luteal del ciclo estral afecta el pool de folículos antrales y consecuentemente al desarrollo folicular (Quesnel et al., 2000), a la tasa de ovulación (Hazeleger et al, 2005), y también al desarrollo de los ovocitos (Zak et al., 1997), afectado al desarrollo embrionario (Algriany et al., 2004) y conduciendo a un aumento de la mortalidad embrionaria (Almeida et al., 2000). Una posible solución es posponer la cubrición de estas primíparas al segundo celo después de destetarlas, de manera que se va a mejorar el rendimiento reproductivo de la segunda gestación (Morrow et al., 1990; Clowes et al., 1994).

Está bien documentado que un “flushing”, incrementando la ración en un 50-100% o aportando fuentes de alimento muy energéticos como dextrosa durante 10-14 días antes del primer servicio, incrementa la tasa de ovulación y el tamaño de la camada. Sin embargo, los resultados relativos a los programas de alimentación durante la gestación no son tan coincidentes (Kraeling y Webel, 2015). Según Vignola (2009), el incremento en la ración debe ser disminuido después de la cubrición a una adecuada dieta de gestación porque las cerdas que son sobrealimentadas a lo largo de la gestación, especialmente durante las dos primeras semanas, frecuentemente tienen una alta mortalidad embrionaria que conduce a la obtención de pequeñas camadas. Sin embargo, Martineau y Badouard (2014) proponen que dos grandes características de las cerdas hiperprolíficas son la ausencia de muerte embrionaria temprana con sobrealimentación después de la ovulación, y que una sobrealimentación durante las últimas semanas de la gestación tiene influencia positiva sobre el peso de los lechones al

nacimiento. Finalmente, de acuerdo con Love et al. (1995) y Virolainen et al. (2004) una abundante dieta durante la gestación temprana incrementan la supervivencia embrionaria pero dificulta el mantenimiento de la gestación. Cabe mencionar que una sobrealimentación materna podría incrementar las reservas tanto de grasa y de glucógeno en el lechón recién nacido y el efecto positivo de esto es reducido en comparación con los problemas de parto y durante la lactancia que se tendrían en una cerda sobrealimentada (Borbolla, 2005).

La ingesta de comida de las cerdas gestantes se restringe para controlar la condición corporal y prevenir un exceso de peso. Por eso la energía es el factor limitante en las dietas de cerdas gestantes y se debe considerar el límite de alimento necesario para cubrir los requerimientos energéticos al formular una dieta (Kraeling y Webel, 2015). El consumo de pienso durante las últimas 2-3 semanas de gestación debe ser ajustado para evitar, al menos, un balance de energía negativo antes del parto y para promover un mayor consumo de pienso en la lactación, favorecer el parto y mejorar el peso de los lechones (Vignola, 2009).

La lactación supone una gran demanda de energía para las reproductoras. Además, después del parto, el apetito de la cerda suele estar disminuido, por lo que el incremento de las necesidades nutricionales para la producción de leche proviene de la movilización de las reservas corporales (Vignola, 2009). El uso de estas reservas puede conducir a una excesiva pérdida de condición corporal que supone una ganancia de peso reducida en la camada debido a una baja producción de leche y posteriores problemas reproductivos en la cerda. Es importante una adecuada ingesta de alimento, especialmente durante los 7-10 primeros días de lactación, para reponer las reservas corporales y restablecer la secreción de hormonas que controlan el ciclo reproductivo (Kemp et al., 1995; Kauffold et al., 2008).

Se debe buscar es una alimentación *ad libitum* después del parto que permita maximizar la cantidad de alimento ingerido y poder alcanzar un peso de la camada superior. Un consumo reducido durante la lactación puede provocar un catabolismo lipídico y proteico, lo que va a desembocar en una menor producción lechera, un aumento del periodo destete-cubrición, problemas de anoestros, una disminución en la fertilidad junto con una menor supervivencia embrionaria y una reducción en la longevidad de las cerdas.

Además, es importante una buena calidad y cantidad de agua. La ausencia de agua limita la producción lechera, ya que es el mayor componente de la leche. Durante la lactación, las cerdas pueden llegar a consumir 40 l de agua al día (Mroz et al., 1995; Leibbrandt et al., 2001).

5. ESTUDIO PRÁCTICO

5.1. OBJETIVOS

El objetivo general es comparar la línea genética hiperprolífica DANBRED con otra línea genética no considerada hiperprolífica, como es la PIC.

Los objetivos parciales son:

- Evaluar la productividad y la rentabilidad de ambas genéticas.
- Profundizar en las principales diferencias en cuanto a manejo y nutrición de ambas genéticas.
- Comprobar la adaptación de las hembras hiperprolíficas a las explotaciones así como la adaptación de los trabajadores y técnicos a las exigencias de estas nuevas reproductoras.

5.2. MATERIAL Y MÉTODOS

5.2.1. Granjas estudiadas

Se ha empleado la información proporcionada por dos granjas de cerdas reproductoras; una es la explotación de Gruca, que cuenta con genética hiperprolífica (DANBRED) y otra la de Sinovapork, que dispone de una genética convencional (PIC), ambas propiedad de la Cooperativa COPISO. Se ha intentado buscar explotaciones lo más semejantes posible en cuanto a manejo, climatología (ambas están en la provincia de Soria) y alimentación para evitar que otros factores influyan en la comparación. En este contexto, hay que destacar que hay algunas diferencias en cuanto a su status sanitario, siendo la granja de hembras convencionales negativa al virus PRSS mientras que la de hiperprolíficas es positiva pero se encuentra estabilizada. COPISO cuenta con fábrica de piensos propia y obtiene el semen del mismo centro para ambas granjas.

La explotación de reproductoras convencionales (Sinovapork) está localizada en Los Rábanos (Soria) y cuenta con un censo de 2300 cerdas. En esta granja el trabajo está organizado en bandas semanales; los miércoles se realizan los destetes, domingo, lunes y martes las inseminaciones y miércoles, jueves y viernes los partos. Además, tiene núcleos de abuelas y bisabuelas para realizar la auto-reposición.

Esta explotación posee estaciones de alimentación automáticas en la gestación, lo que permite dar una alimentación individualizada a cada cerda, en función del día en que se encuentre y/o su condición corporal, gracias a la identificación individual de cada cerda por un microchip. Este sistema implica que las cerditas de auto-reposición tengan que aprender a comer en estas máquinas antes de ser cubiertas. Se detalla a continuación.

Las nulíparas están en una nave aparte. Comienzan a entrar con cinco meses de vida a lo que se denomina comúnmente “la máquina tonta”, un sistema de alimentación que imita a las estaciones de alimentación para que aprendan a comer. Allí permanecen 15 días y posteriormente pasan a la “máquina lista” hasta los seis meses de vida, momento en que se llevan a la jaula de cubrición-control de nulíparas. El cambio a la jaula, que les provoca un cierto estrés, junto con una ración *ad libitum* hasta los 3-3,5 kg/día, favorecerá su salida en celo. En el primer estro se inseminan con semen muerto para que vuelvan a salir de forma cíclica 21 días después, lo que también estimula el tracto reproductivo de la cerdita. Se inseminan finalmente con semen vivo alrededor de los siete meses de edad.

En cuanto al manejo de las múltiparas, una vez destetadas se meten a las jaulas de salida en celo. En esta zona se usan fluorescentes con mayor intensidad lumínica (300 lux) y la dieta se suplementa con 300g/día de una mezcla constituida por 50% dextrosa y 50% de harina de pescado junto con 20 g de aspirina, puesto que se ha comprobado que fomenta la salida en celo antes del día siete postdestete, lo que permite agrupar inseminaciones. Cuando salen en celo se trasladan a las jaulas de cubrición-control de múltiparas y se inseminan.

A los 28 días de gestación se llevan todas las cerdas, tanto nulíparas como múltiparas, a la nave de gestación confirmada donde están los parques con las estaciones de alimentación individual. Cada lote semanal está compuesto por unas 100 reproductoras (80 múltiparas y 20 nulíparas de reposición). El objetivo en esta explotación es lograr aproximadamente 101 partos semanales. Suelen dejar un 10% de huecos para nodrizas y realizar adopciones. En el manejo en partos se realiza el encalostramiento secuencial. Además, durante los primeros 15 días de lactación se colocan platos con un lacto-reemplazante (papilla) tratando de destetar por parto un lechón más que el número de tetas que tiene la cerda. A partir del día 15 se sustituyen los platos de papilla por pienso seco (lacto-iniciador) para ir adaptando a los lechones a la toma de pienso en transición. La duración de la lactación es de cuatro semanas.

La granja de reproductoras hiperprolíficas (Gruca) se ubica en Muro (Soria) y tiene un censo de 1750 cerdas. El trabajo está organizado también con bandas semanales pero, en este caso, los destetes se realizan los domingos, las cubriciones los jueves, viernes y sábados y los partos se agrupan los miércoles, jueves y viernes. Se realiza de este modo porque estas hembras tienen una gestación más larga, llegando a alcanzar los 117 días de media. También practica la auto-reposición ya que dispone de núcleo de abuelas y bisabuelas.

El manejo en gestación es prácticamente el mismo que en la granja anterior. Las únicas diferencias son que aquí no hay estaciones de alimentación, por lo que la auto-reposición no pasa un periodo de aprendizaje, y que estas cerditas se meten en la jaula de cubrición-control

de nulíparas a los siete meses de edad, un mes más tarde que en Sinovapork, por lo que las inseminaciones (con semen muerto y vivo) también se retrasan un mes.

En cuanto a las multíparas, una vez destetadas, se trasladan a las jaulas de cubrición control. A diferencia de la granja de cerdas convencionales no van a jaulas de salida en celo con estimulación luminosa pero sí se les aporta el mismo suplemento dietario para agrupar las inseminaciones antes del día siete postdestete.

Para alimentación en gestación se dispone de jaulas de libre acceso cuya desventaja es que no proporciona una alimentación individualizada y todos los dosificadores de cada lote hay que regularlos igual. Además, dentro de cada lote, las cerdas deben encontrarse aproximadamente en el mismo día de ciclo para que sus necesidades nutricionales sean parecidas.

El objetivo de esta granja es tener 80 partos semanales y dejan un 15% de huecos para hacer nodrizas. El manejo en partos es el mismo que en la granja de Sinovapork (encalostramiento secuencial, uso de lacto-reemplazantes y lactaciones de cuatro semanas).

Al realizar el estudio comparativo, lo ideal sería que la única diferencia entre las dos granjas fuese la genética de las reproductoras pero, al existir otras diferencias, se resumen en la Tabla 1, puesto que habrá que tenerlo en consideración al interpretar los resultados.

Tabla 1: Principales diferencias entre la granja de cerdas Hiperprolíficas (genética Danbred) y la granja de cerdas convencionales (genética PIC).

	Hiperprolíficas	Convencionales
Edad primera cubrición (días)	240	210
Edad de desvieje (nº de parto)	Desconocido*	8º
Disponibilidad de jaulas de salida en celo	No	Sí
Alimentación	Jaulas libre acceso	Estaciones de alimentación
Duración de la gestación (días)	117	115
Dimensiones jaula de partos (m)	1,9 x 2,7	1,8 x 2,4
Nodrizas (%)	15	10

*Primera explotación de COPIISO que trabaja con línea genética Danbred. Se desconoce la edad exacta de desvieje, ya que las cerdas más longevas están actualmente en sexto parto, pero se estima que será antes del octavo parto.

Finalmente hay que destacar que estas dos explotaciones tienen fijados distintos objetivos productivos: 13 lechones destetados/cerda/parto en la granja de cerdas convencionales y 15 lechones destetados/cerda/parto en la granja de hiperprolíficas.

5.2.2. Variables estudiadas

Se ha utilizado la información recopilada durante un año completo (del 21/09/2015 al 21/08/2016) ya que ambas granjas han sido muy estables desde el punto de vista sanitario.

Los parámetros objeto de estudio son:

- Edad a la primera cubrición.
- Prolificidad: determina el tamaño de camada medio. Se va a evaluar la prolificidad global de cada granja y la prolificidad por ciclo (parto), utilizando el número de lechones nacidos totales, nacidos vivos y nacidos muertos, el porcentaje de nacidos muertos y el número de muertos momificados.
- Mortalidad en lactación: se ha recogido el % de bajas medio por granja y por ciclo.
- Productividad. Se va a utilizar el número de lechones destetados/cerda/parto y el número de lechones destetados/cerda/año.
- Peso medio al destete.
- Duración de la gestación.

5.2.3. Análisis estadístico

Se ha hecho un análisis estadístico de forma descriptiva mediante los datos extraídos del programa informático Farm. Los resultados se presentan, como medias, en tablas.

5.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Edad a la primera cubrición.

Esta variable determina el inicio de la vida productiva de las reproductoras. Para las cerdas estudiadas, PIC tiene establecido que la edad de la primera cubrición sea 210 días para las convencionales mientras que DANBRED lo tiene en 240 días para las hiperprolíficas. Estas recomendaciones las hacen para evitar problemas durante su vida productiva que conduzcan a un empeoramiento de los resultados reproductivos y a una menor longevidad (Koketsu et al., 1999; Tummaruk et al., 2001; Patterson et al., 2010). La diferencia en la edad a la primera cubrición que hay entre ambas genéticas supone que la cerda DANBRED esté 30 días más consumiendo pienso antes de comenzar el primer ciclo, por lo que aumentan los días no productivos en esta genética y se retrasa el comienzo de la vida productiva.

Prolificidad.

Como era de esperar (Tabla 2), la granja de genética hiperprolífica tiene mayor tamaño de camada que la de genética convencional, superando en 3,5 el número de lechones nacidos totales/parto. Sin embargo, hay que destacar que dicha genética también tiene mayor número de lechones nacidos muertos/parto (en casi 5 puntos porcentuales). Esto puede estar relacionado, según Herpin et al. (1996) y Wolf et al. (2008) con el síndrome IUGR, que acarrea que algunos lechones de la camada tengan menor viabilidad por su menor peso, reservas corporales (glucógeno) y capacidad de termorregulación. Por otro lado, con la mayor duración del parto, ya que la cerda tiene que parir un mayor número de crías, lo que genera más situaciones de hipoxia para los lechones (Crespo, 2015).

Además, en la granja de hiperprolíficas hay mayor número de lechones momificados que en la de convencionales. La literatura recoge dos explicaciones. La primera es el síndrome IUGR, ya que algunos fetos tienen menor superficie de placenta para nutrirse, su desarrollo puede quedar detenido y finalmente convertirse en momia. Los lechones momificados, al ser expulsados en el parto, estimulan en menor medida el canal del parto de la cerda reduciendo la liberación de oxitocina y las contracciones, y consecuentemente dificultando la salida de los lechones que están vivos, pudiendo sufrir una situación de hipoxia provocando la muerte de algunos de ellos.

Tabla 2: Datos de la prolificidad media de una granja de reproductoras hiperprolíficas y de una de cerdas convencionales, ambas pertenecientes a la cooperativa COPISO.

	Hiperprolíficas	Convencionales
Nacidos totales/parto	18,0	14,5
Nacidos vivos/parto	16,5	14,0
Nacidos muertos/parto	1,5	0,5
% Nacidos muertos	8,33	3,45
Muertos momificados	0,4	0,2

Otra causa posible del mayor número de lechones momificados en esta granja podría ser su status sanitario. Hay que recordar que dicha explotación es positiva al virus PRRS, situación que está estabilizada gracias a que se realizan vacunaciones en sábana. Además, se hace un *feed back* con heces y placentas, sobre las cerdas, para la adaptación sanitaria de las nuevas hembras. Un posible problema del mencionado *feed back* es que no se controla la carga de

infección de heces y placentas, y en algún caso puede resultar en una infección subclínica por parte del virus PRRS que dé lugar a esa formación de momias, hecho que no está demostrado.

En la Tabla 3 se muestran los mismos parámetros evaluados anteriormente pero atendiendo al número de ciclo (parto). Matizar que en ambas granjas sólo se ha llegado al sexto parto, y en el caso de las hiperprolíficas únicamente había 10 cerdas de este ciclo, por lo que los datos son limitadamente representativos.

Tabla 3: Datos de prolificidad media por ciclo de una granja de reproductoras hiperprolíficas y de una de cerdas convencionales, ambas pertenecientes a la cooperativa COPISO.

Nº ciclo	Hiperprolíficas					Convencionales				
	Nacidos totales	Nacidos vivos	Nacidos muertos (NM)	% NM	Muertos momificados	Nacidos totales	Nacidos vivos	Nacidos muertos (NM)	% NM	Muertos momificados
1	16,49	15,40	1,09	6,62	0,32	14,44	14,01	0,43	2,99	0,10
2	17,34	16,26	1,09	6,26	0,43	14,43	13,97	0,45	3,15	0,09
3	18,45	16,83	1,62	8,78	0,28	14,47	13,92	0,56	3,85	0,34
4	18,27	16,62	1,65	9,03	0,27	14,21	13,58	0,62	4,39	0,32
5	18,89	17,13	1,76	9,30	0,50	14,54	13,98	0,57	3,89	0,11
6	18,50	17,30	1,20	6,49	0,50	14,66	14,16	0,51	3,44	0,09

Parece ampliamente aceptado que la prolificidad va aumentando con el número de ciclo de la cerda reproductora (Roehe y Kennedy, 1995; Noguera et al., 2002a). Sin embargo, algo destacable en este estudio es que el incremento del tamaño de la camada es mucho más marcado en las cerdas hiperprolíficas que en las convencionales (2,01 vs 0,22 lechones/parto entre el primer y sexto parto, respectivamente), así como el número de nacidos vivos, que pasa de 15,4 a 17,3 en las hiperprolíficas y de 14,01 a 14,1 en las convencionales. Por otro lado, la mortalidad al nacimiento también parece incrementar con el número de ciclo, independientemente de la genética. Se debe a que, con la edad, las cerdas tienen más problemas de fatiga e hipocalcemia en los partos. Pero este efecto es más acusado en las hiperprolíficas (casi 3 puntos porcentuales de diferencia entre el quinto y el primer ciclo) que en las convencionales (apenas 0,5 unidades porcentuales, cumpliendo con el objetivo que se marca la cooperativa). La explicación también puede estar en el síndrome IUGR, por el gran número de fetos que tienen que albergar en el útero las cerdas DANBRED de mayor edad

(Herpin et al., 1996; Pardo et al., 2013) y por una mayor fatiga de las madres al tener partos más prolongados.

Se puede concluir que en las cerdas hiperprolíficas, a pesar de conseguir un buen aumento en el tamaño de la camada conforme avanzan los ciclos, su productividad puede verse limitada por la mayor mortalidad al nacimiento. Las posibles soluciones a este problema, aparte de intentar erradicar el virus PPRS de la explotación, vienen por una adecuada nutrición de la cerda reproductora desde el destete hasta la finalización de su crecimiento y durante los sucesivos ciclos reproductivos para un correcto desarrollo corporal y del aparato reproductivo para evitar en la medida de lo posible el síndrome IUGR. Además estas cerdas requieren una atención al parto más personalizada por la duración de sus partos, recomendándose sincronizarlos con el uso de prostaglandinas y oxitocina (Kraeling y Webel, 2015).

Duración de la gestación y la lactación, mortalidad, peso al destete.

En la Tabla 4 se observa que en la genética de hiperprolíficas estudiada la duración de la gestación es mayor que en la genética convencional (116,4 vs 115,8 días, respectivamente), lo que coincide con estudios previos (Crespo, 2015). Esto tiene repercusiones tanto en los resultados productivos como en algunos sistemas de manejo de las granjas, ya que siempre se organizan de acuerdo al ciclo reproductivo de la cerda.

Tabla 4: Datos de la duración de la gestación y la lactación, mortalidad en lactación y peso al destete de una granja de reproductoras hiperprolíficas y de una de cerdas convencionales, ambas pertenecientes a la cooperativa COPISO.

	Hiperprolíficas	Convencionales
Duración gestación (días)	116,4	115,8
Duración lactación (días)	25,9	27,5
Mortalidad en lactación (%)	13,5	9,6
Peso al destete (Kg)	5,27	7,0

Como en el sector porcino el trabajo se organiza en bandas y semanas (1, 3...), y la duración de la gestación y la del intervalo destete-cubrición son biológicas (inalterables) es la duración de la lactación la que se verá modificada dentro del ciclo de la cerda. Por tanto, para que el trabajo cuadre de forma semanal, si hay una prolongación de la gestación y el destete se realiza un día fijo de la semana, el resultado es un acortamiento en el número de días de lactación. De hecho, es lo que se observa en los datos recogidos (25,9 días en las

hiperprolíficas vs 27,5 días en las convencionales). Esto tiene una influencia directa sobre dos variables relevantes. Así, en este estudio, las cerdas hiperprolíficas presentan mayor mortalidad en lactación (casi 4 puntos porcentuales) y menor peso medio al destete (en 1,73 kg/lechón) que las convencionales, hecho que está poniendo en tela de juicio en todos los foros el éxito de la hiperprolificidad. Aunque estos parámetros también están influenciados por el manejo de los operarios en la fase de lactación (encalostrado, adopciones, igualamiento de camadas, etc.), en general, permiten valorar la capacidad maternal y lechera de la cerda reproductora. Los datos recogidos corroboran los trabajos de otros autores (Luengo, 2015), y la razón está en el menor peso al nacimiento y la mayor dispersión de dichos pesos, resultando en un mayor número de lechones con escasa viabilidad y menores opciones de sobrevivir debido a la competencia que se establece dentro de las camadas por conseguir una teta para alimentarse. Los lechones débiles son los más propensos a morir por hipotermia, diarrea o aplastamiento, ya que permanecen más tiempo debajo de ella intentando conseguir una mama para tomar la leche (Weary et al., 1996; Kammersgaard et al., 2011).

Por otro lado, la cantidad de leche que produce la cerda tiene que repartirse entre un mayor número de lechones y esta es la razón de que el peso medio al destete sea menor al de una granja de genética convencional. Según Hegarty y Allen (1978), Wolf et al. (2008) y Quiniou et al, (2002), la dispersión de pesos al nacimiento se mantiene durante la lactación debido a la jerarquía que se establece entre los lechones, de manera que los más grandes tendrán mayores consumos de leche y mayores crecimientos que los lechones de menor tamaño, obteniendo así en el destete lotes de lechones con pesos muy heterogéneos. Cabe destacar que este menor peso medio al destete va a repercutir en las fases posteriores de la transición y el cebo, necesitando más tiempo para que los cerdos alcancen el peso de sacrificio.

Así pues, adquiere gran importancia la labor de los técnicos en el manejo en la fase de lactación, para sacar adelante los lechones menos viables mediante un buen encalostrado y equilibrando camadas (realizando adopciones). Es importante la homogeneidad en este sentido para conseguir una competencia más igualada intracamada. En esta línea, está adquiriendo gran importancia en la industria porcina el uso de lacto-reemplazantes, ya que suponen una fuente de alimento y energía suplementaria y permiten destetar más lechones que tetas tenga la madre consiguiendo además mayor uniformidad en el peso al destete (Azain et al., 1996; Wolter et al., 2002). De esta manera, los lechones con menor viabilidad y mayor dificultad para acceder a la cerda podrán alimentarse y tener más oportunidades de supervivencia reduciendo la mortalidad pre-destete. Esta técnica de manejo ha empezado a emplearse en estas granjas a partir de julio de 2016, por lo que todavía no se tienen resultados

representativos, pero sí que se está comenzando a ver que se puede aumentar el tamaño de cada camada (en aproximadamente un lechón más que mamas funcionales) y que se pueden obtener camadas con pesos al destete más homogéneos.

A todo lo anterior hay que añadir que en las cerdas hiperprolíficas estudiadas hay un problema de disgalaxia en los últimos meses que está provocando dificultades en la bajada de la leche y, por tanto, una menor producción lechera. Este hecho puede tener cierta influencia sobre el porcentaje de bajas en lactación y sobre el peso al destete de los lechones.

El problema de la planificación en la granja de hiperprolíficas, que trabaja en bandas semanales, puede evitarse destetando una semana más tarde aquellas cerdas de gestación más prolongada, siempre y cuando se disponga de huecos en la maternidad. De esta forma no se penaliza tanto el peso al destete, aunque sí afecta a la duración del ciclo de la cerda y, por tanto, a su ritmo reproductivo. El problema es más grave en las granjas de esta genética que trabajen en bandas de cuatro semanas, en cuyo caso no es posible ese manejo debido a la mayor separación entre bandas y la menor disponibilidad de huecos en maternidad. En este caso se acorta la duración de la lactación y se penaliza el peso al destete en mayor medida. Una pequeña solución posible en este tipo de manejo es cubrir a las primerizas unos días antes de lo previsto para tener una duración de la lactación adecuada, pero en las multíparas no es posible ya que no se puede modificar el intervalo destete-cubrición.

Productividad.

Para cada explotación se establece un objetivo en lo que a lechones destetados/parto se refiere (Tabla 5). Así, se van a vender los lechones a un precio determinado que permita cubrir los costes de producción de cada lechón y, de esta manera, conseguir que la producción sea rentable.

Tabla 5: Datos de productividad de una granja de reproductoras hiperprolíficas y de una de cerdas convencionales, ambas pertenecientes a la cooperativa COPISO .

	Hiperprolíficas	Convencionales
Lechones destetados/parto	14,4	12,1
Objetivo lechones destetados/parto	15,0	13,0
Lechones destetados/cerda/año	33,7	28,2

Pese a la mayor mortalidad peri-parto y en lactación, con la genética DANBRED se consiguen destetar 2,3 lechones/cerda/parto y 5,5 lechones/cerda/año más que con la genética PIC. Queda manifiesta que su gran capacidad reproductiva. Estas cerdas hiperperprolíficas están cerca de conseguir el objetivo de la cooperativa de lograr 15,0 lechones destetados en cada parto. Por tanto, si se logran solucionar los problemas de bajada de la leche que hay en lactación y el status sanitario debido al virus PRRS es posible que se alcance el objetivo establecido.

En la Tabla 6 se puede observar cómo la capacidad de destete de las cerdas va aumentando con los ciclos reproductivos. Por eso, lo que se busca es intentar cargar a las cerdas primerizas el mayor número de lechones posibles para aumentar su capacidad de destete durante toda la vida productiva. Con estos datos se puede llegar a determinar cuál va a ser la edad o número de parto de desvieje de cada línea genética y será el momento en que la capacidad de destete de las cerdas primerizas sea mayor que la de las reproductoras con más ciclos.

Tabla 6: Datos del número de lechones destetados/cerda/parto según el número de ciclo de una granja de reproductoras hiperprolíficas y de una de cerdas convencionales, ambas pertenecientes a la cooperativa COPISO.

Nº ciclo	Hiperprolíficas	Convencionales
1	13,52	11,79
2	14,12	12,33
3	14,46	12,10
4	14,75	11,97
5	14,66	12,52
6	11,40	12,27

En el caso de la genética PIC, por la experiencia que se tiene en otras granjas, el número de parto en el que se realiza el desvieje es el octavo. En el caso de la cerda DANBRED, aún no se sabe cuál va a ser el ciclo en el que se comience a desviejar debido a que no se tienen datos productivos. Se estima que la edad de desvieje de la cerda DANBRED será anterior al octavo parto, por lo que se puede concluir que la vida productiva de la cerda hiperprolífica va a ser menor que la de la cerda convencional, pero queda compensado por el mayor número de lechones destetados.

5.4. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO PRÁCTICO.

Según las condiciones en las que se ha realizado el estudio práctico se puede concluir que:

- Queda corroborada la mayor prolificidad de las cerdas DANBRED, frente a las PIC, con 3,5 lechones nacidos totales más por parto. Además, las hiperprolíficas aumentan más el tamaño de la camada durante los sucesivos ciclos pero hay que destacar que la tasa de mortalidad también es mayor (al parto y durante la lactación).
- La genética hiperprolífica también tiene mayor capacidad de destete que la convencional consiguiendo destetar 2,3 lechones/cerda/parto y 5,5 lechones/cerda/año más que la genética convencional.
- Existen diferencias notables entre ambas líneas en el manejo reproductivo como es la edad de la primera cubrición, que en la hiperprolífica es con 8 meses, la duración de la gestación, que ronda los 116 días, y el momento del desvieje, que se prevé será el séptimo. Algunos de estos aspectos obligan a modificar el planning de trabajo de la granja y requieren el uso de un mayor porcentaje de nodrizas.

6. CONCLUSIONES

Tras la realización de la revisión bibliográfica y el estudio práctico que constituyen este TFG se puede concluir que, posiblemente, las líneas hiperprolíficas sean el futuro de la producción porcina a corto-medio plazo. Estas variantes genéticas ofrecen un gran potencial productivo para las explotaciones gracias a su mayor capacidad de destete, pero es necesaria una adaptación, tanto de las granjas como de los técnicos veterinarios, nutricionistas y operarios, a las nuevas necesidades de estas cerdas para poder optimizar todo su potencial.

7. CONCLUSIONS

After carrying out the review and the practical study, it can be concluded that perhaps the hyperprolific lines may be the future of swine production in a short-medium time. These new genotypes provide a great productive potential for the farms due to their weaning ability; however, an important adaptation is required, as much in farms as from veterinary technicians, nutritionists and pig farmers to their needs to optimize the whole potential.

8. VALORACIÓN PERSONAL

La realización de este trabajo ha hecho que mejore mis habilidades en lo referente a la búsqueda y gestión de una gran cantidad de información para la realización de una revisión bibliográfica, algo a lo que no estaba muy habituado a lo largo de la carrera. Además, me ha exigido mejorar mi capacidad de síntesis, comprensión y elección de aquella información que considero más relevante.

Por otro lado me ha servido para reforzar mis conocimientos y adquirir otros muchos nuevos referentes al sector porcino, siendo éste el campo de la veterinaria que más interés despierta en mí, que me van a servir para mi futuro profesional.

Finalmente quiero agradecer a mis tutores, M^a Ángeles Latorre y Manuel Fondevila, el gran trato y ayuda que me han ofrecido durante mis últimos años de carrera y durante la elaboración del TFG, así como a los compañeros veterinarios de la cooperativa COPISO (Soria) que han dedicado su tiempo y conocimientos para mi aprendizaje.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Algriany, O., Bevers, M., Schoevers, E., Colenbrander, B., Dieleman, S. (2004). Follicle size-dependent of sow follicular fluid on in vitro cumulus expansión, nuclear maturation, and blastocyst formation of sow cumulus oocytes complex. *Theriogenology*, 62 (8), 1483-1497.
2. Almeida, F.R.C.L., Kirkwood, R.N., Aherne, F.X., Foxcroft, G.R. (2000). Consequences of different patterns of feed intake during oestrus cycle in gilts on subsequent fertility. *Journal of Animal Science*, 78, 1556-1563.
3. Alvarenga, A.L.N., Chiarini-García, H., Cardeal, P.C., Moreira, L.P., Foxcroft, G.R., Fontes, D.O., Almeida, F.R.C.L. (2012). Intra-uterine growth retardation affects birth weight and postnatal development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass traits. *Reproduction, Fertility and Development*, 25, 387-395.
4. Amdi, C., Krogh, U., Flummer, C., Oksbjerg, N., Hansen, C. F., Theil, P. K. (2014). Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. *Journal of Animal Science*, 91(12), 5605-5613.
5. Andersson, E., Frössling, J., Engblom, L., Algers, B., Gunnarsson, S. (2016). Impact of litter size on sow stayability in swedish commercial piglet producing herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 58-31.
6. Azain, M.J., Tomkins, T., Sowinski, J.S., Arentson, R.A., Jewell, D.E. (1996). Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. *Journal of Animal Science*, 74, 2195-2202.
7. Balfagón, A., Jiménez-Moreno, E. (2014). Nuevos Avances en alimentación y nutrición porcina: Bases científicas y alimentación práctica en la Península Ibérica. *Natural SCA, Cargill Animal Nutrition Iberia*.
8. Baxter, E.M., Edwards, S.A. (2013). Determining piglet survival. *Society Reproduction Fertility*, 68, 129-143.
9. Beaulieu, A.D., Aalhus, J.L., Williams, N.H., Patience, J.F. (2010). Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition and eating quality of pork. *Journal of Animal Science*, 88, 2767-2778.

10. Beaulieu, A.D., Leterne, P., Patience, J.F. (2008). The effect of birth weight on the growth of pigs differs from that of litter size. *Advances in Pork Production*, 19(21).
11. Bérard, J., Pardo, C.E., Béthaz, S., Kreuzer, M., Bee, G. (2010). Intrauterine crowding decreases average birth weight and effects muscle fiber hyperplasia in piglets. *Journal of Animal Science*, 88, 3242-3250.
12. Bilkei, G., Biro, O. (1999). Der einfluss der anzahl funktionierenden mammarkomplexe auf vierwochengewicht in der industriellen schwweinezucht. *Der Praktische Tierarzt*, 1, 16-19.
13. Borbolla, G.S. (2005). Estrategias para producir cerdos más uniformes. *Los porcicultores y su entorno*, 76, 49-62.
14. Canario, L., Lundgren, H., Haandlykken, M., Rydhmen, L. (2010). Genetics of growth in piglets and the association with homogeneity of body weight within litters. *Journal of Animal Science*, 88 (4), 1240-1247.
15. Chen, X., Li, A., Chen, W., Wei, J., Fu, J., Wang, A. (2015). Differential gene expression in uterine endometrium during implantation in pigs. *Biology of Reproduction*, 92(2), 52.
16. Clowes, E.J., Aherne, F.X., Foxcroft, G.R. (1994). Effect of delayed breeding on endocrinology and fecundity of sows. *Journal of Animal Science*, 72, 283-291.
17. Crespo, J.A. (2015). Nutrición de la nueva cerda reproductora. *IX Congreso de la AVPA (Zaragoza)*.
18. Devillers, N., Farmer, C., Le Dividich, J., Prunier, A. (2007). Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*, 1, 1033-1041.
19. Devillers, N., Le Dividich, J., Prunier, A. (2011). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, 5, 1605-1612.
20. Devillers, N., van Milgen, J., Prunier, A., Le Divich, J. (2004). Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Animal Science*, 78, 305-313.
21. D'Inca, R., Gras-Le Guen, C., Che, L., Sangild, P.T., Le Huërou-Luron, I. (2011). Intrauterine growth restriction delays feeding-induced gut adaptation in term newborn pigs. *Neonatology*, 99(3), 208-216.
22. Donovan, T. S., Dirtz, S. S. (1996). Effects of split-nursing management on growth performance in nursing pigs. *Swine Day Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension Service*, 78-82.
23. Dziuk, P. (1985). Effect of migration, distribution and spacing of pig embryos on pregnancy and fetal survival. *Journal of Reproduction and Fertility Supplement*, 33, 57-63.
24. English, P.R. Bampton, P.R. (1982). The importance of within litter variation in piglet birthweight in relation with piglet survival and influence of cross-fostering simultaneously farrowed litters s to achieve more uniform birthweight within litters. *Proceedings of the 7th International Pig Veterinary Society Congress, Mexico city*, pp.248.
25. Fernández, Y., Bono, C., Baboty, D., Plà, L. M. (2015). Impacto de la prolificidad en la política de reemplazamiento de cerdas reproductoras. *ITEA*, 111(2), 127-141.
26. Friesen, D. (2010). Hyper-prolific sows: Coping with High Born-Live Litters. *Fast Genetics*.
27. Geisert, R.D., Schmitt, R.A.M. (2002). Early embrionic survival in the pig: can it bi improved?. *Journal of Animal Science*, 80, 54-65.
28. Hazeleger, W., Soede, N.M., Kemp, B. (2005). The effect of feeding strategy during the pre-follicular phase on subsequent follicular development in the pig. *Domestic Animal Endocrinology*, 29, 362-370.
29. Hartog, L., Smits, C. (2005). Estrategias de alimentación y manejo para alcanzar la uniformidad y calidad deseadas en porcino. *Nutreco R&D. P.O. Box 220. 5830 AE Boxmeer. The Netherlands*.
30. Hegarty, P.V.J., Allen, C.E., (1978). Effect of pre-natal runting on the post-natal development of skeletal muscles in swine and rats. *Journal of Animal Science*, 46, 1634-1640

31. Herpin, P., Le Dividich, J., Hulin, J.C., Fillaut, M., de Marco, F., Berlin, R. (1996). Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *Journal of Animal Science*, 74, 2067-2075.
32. Herpin, P., Damon, M., Le Dividich J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*, 78, 25-45.
33. Higuera, M. (2016). Sector porcino en España: Situación 2015 y avance 2016. *Mundo Ganadero*, (268), 16-20.
34. Huirne, R., Hendriks, T., Dijkhuizen, A., Giesen, G. (1988). The economic optimisation of sow replacement decisions by stochastic dynamic programming. *Journal of Agricultural Economics*, 39, 426-438.
35. Kammersgaard, T.S., Pedersen, L.J., Jorgensen, E. (2011). Hypothermia in neonatal piglets: Interactions and causes of individual differences. *Journal of Animal Science*, 89, 2073-2085.
36. Kauffold, J., Gottschalk, J., Schneider, F., Beynon, N., Wähner, M. (2008). Effects of feeding level during lactation on FSH and LH secretion patterns, and follicular development in primiparous sows. *Reproduction in Domestic Animals*, 43 (2), 234-238.
37. Kemp, B., Soede, N.M., Helmond, F.A., Bosch, M.W. (1995). Effects of energy source in the diet on reproductive hormones and insulin during lactation and subsequent estrus in multiparous sows. *Journal of Animal Science*, 73, 3022-3029.
38. Koketsu, Y., Takahashi, H., Akachi, K. (1999). Longevity, lifetime pig production and productivity, and age at first conception in a cohort of gilts observed over six years on commercial farms. *Journal Veterinary Medicine Science*, 61 (9), 1001-1005.
39. Kraeling, R. R., Webel, S. K. (2015). Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 3.
40. Krogh, U., Flummer, C., Jensen, S.K., Theil, P.K. (2012). Colostrum and milk production of sows is affected by dietary conjugated linoleic acid. *Journal of Animal Science*, 90, 366-368.
41. Leibbrandt, V.D., Johnston, L.J., Shurson, G.C., Crenshaw, J.D., Libal, G.W., Arthur, R.D. (2001). Effect of nipple drinker water flow rate and season on performance of lactating swine. *Journal of Animal Science*, 79, 2770-2775.
42. Lorenzo Queiro, B. (2008). Instrucciones básicas para el control del parto en cerdas. *Albéitar*, (121), 40-41.
43. Love, R.J., Klupiec, C., Thornton, E.J., Evans, G. (1995). An interaction between feeding rate and season affects fertility in gilts. *Animal Reproduction Science*, 39, 84-275.
44. Luengo, A. (2015). La hiperprolificidad y sus vértices. *IX Congreso de la AVPA (Zaragoza)*.
45. Marconi, A.M., Paolini, C.L. (2008). Nutrient transport across the intrauterine growth-restricted placenta. *Seminars in Perinatology*, 32, 178-181.
46. Martineau, G.P., Badouard, B. (2014). Managing highly prolific sows. *Proceedings of the 2009 London Swine Conference, Tools of the Trade*, 3-19.
47. Martínez-Giner, M., Pena, N., Casellas, J., Balcells, I., Fernández, A. (2008). El tamaño de camada es un carácter de gran importancia económica en porcino. *Una revisión. Información Técnica Económica Agraria*, 104, 89-93.
48. Moeller, S.J., Goodwin, R.N., Johnson, R.K., Marbry, J.W., Baas, T.J., Robison, O.W. (2004). The National Pork Producer Council Maternal Line Genetic Evaluation Program: A comparison of six maternal genetic lines for female productivity measures over four parities. *Journal of Animal Science*, 82, 41-53.
49. Morrow, W.E., Leman, A.D., Williamson, N.B., Moser, R., Pijoan, C. (1989). Improving parity-two litter size in swine. *Journal of Animal Science*, 67, 1707-1713.
50. Mroz, Z., Jongbloed, A.W., Lenis, N.P., Vreman, K. (1995). Water in pig nutrition: physiology, allowances and environmental implications. *Nutrition Research Review*, 8, 137-164.
51. Noguera, J., Varona, L., Babot, D., Estany, J. (2002). Multivariate analysis of litter size for multiple parities with production traits in pigs: II. Response to selection for litter size and correlated response to production traits. *Journal of Animal Science*, 80, 2548-2555.
52. Palomo Yagüe, A. Mortalidad en lechones predestete. *SETNA Nutrición S.A.*

53. Pardo, C.E., Müller, S., Bérard, J., Kreuzer, M., Bee, G. (2013). Importance of average litter weight and individual birth weight for early postnatal performance and myofiber characteristics of progeny. *Livestock Science*, 157, 330-338.
54. Patterson, J.L., Beltranena, E., Foxcroft, G.R. (2010). The effect of gilt age at first oestrus and breeding on third oestrus on sow body weight changes and long-term reproductive performance. *Journal of Animal Science*, 88, 2500-2513.
55. Perry, J.S. Rowell, J.G. (1969). Variations in foetal weight and vascular supply along the uterine horn of the pig. *Reproduction Fertility*, 19, 527-534.
56. Plà, L. (2007). Review of mathematical models for sow herd Management. *Livestock Production Science* 106, 107-119.
57. Quesnel, H., Pasquier, A., Mounier, A., Prunier, A. (2000). Feed restriction in cyclic gilts: gonadotropin-independent effects on follicular growth. *Reproduction Nutrition Development*, 40 (4), 405-414.
58. Quesnel, H., Farmer, C., Devillers, N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, 146, 105-114.
59. Quiles, A., Hevia, M. (2004). Recomendaciones para la adopción de lechones (Cross-fostering). *Producción Animal*, 19 (203), 2-12.
60. Quintanilla, R., Babot, D. (2008). Gestión de la producción y de la empresa porcina: parámetros implicados en el rendimiento técnico de las explotaciones porcinas. La gestión técnica de explotaciones porcinas en España. Ed. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, 31-55.
61. Quiniou, N., Dagorn, J., Gaudré, D. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78 (1), 63-70.
62. Rekiel, A., Więcek, J., Batorska, M., Kulsiwicz, J. (2014). Effect of sow prolificacy and nutrition on preand postnatal growth of progeny. *Department of Pig Breeding, Warsaw University of Life Sciences*, 14(1), 3-15.
63. Rodriguez, S., Plà, L.M., Albornoz, V. (2012). Modelling tactical planning decisions through a linear optimization model in sow farms. *Livestock Science*, 143, 162-171.
64. Roehe, R., Kennedy, B. (1995). Estimation of genetic parameters for litter size in Canadian Yorkshire and Landrace swine with each parity of farrowing treated as a different trait. *Journal of Animal Science*, 73, 2959-2970.
65. Roongsittichai, A., Cheuchuchart, P., Chatwijitkul, S., Chantarothai, O., Tummaruk, P. (2013). Influence of age at first estrus, body weight, and average daily gain of replacement gilts on their subsequent reproductive performance as sows. *Livestock science*, 151, 238-245.
66. San Joaquín Romero, L. (Abril 2015). Manejo de la cerda hiperprolífica. *Suis Nº 116*, 14-19.
67. Santomá, G., Pontes, M. (2011). ¿Qué medidas nutricionales tomar ante la productividad de la cerda actual? 1ª parte. *Tecna/TrouwNutrition Iberia*.
68. Solá-Oriol, D. (2013). The live weight of piglets weaned at 28 days: a decisive factor for a good post-weaning adaptation? www.pig333.com/nutrition.
69. Tainta, M. (2016). Nuevo año. Nuevos retos. *Suis, Enero/Febrero* (124), 3.
70. Thaker, M. Bilkei, G. (2005). Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Animal Reproduction Science*, 88, 309-318.
71. Theil, P.K., Cordero, G., Henckel, P., Puggaard, L., Oksbjerg, N., Sørensen, M.T. (2011). Effects of gestation and transition diets, piglet birth weight, and fasting time on depletion of glycogen pools in liver and 3 muscles of newborn piglets. *Journal of Animal Science*, 89, 1805-1816.
72. Thorup, F. (2005). Improving piglet survival in large litters. *Danish Pig Production*.
73. Town, S. C., Patterson, J. L., Pereira, C. Z., Gourley, G., Foxcroft, G. R. (2005). Embryonic and fetal development in a commercial dam-line genotype. *Animal Reproduction Science*, 85, 301-316.

74. Tse, W. Y., Town, S. C., Murdoch, G. K., Novak, S., Dyck, M. K., Putman, C. T., et al. (2008). Uterine crowding in the sow affects litter sex ratio, placental development and embryonic myogenin expression in early gestation. *Reproduction, Fertility and Development*, 20, 497-504.
75. Tummaruk, P., Lundeheim, N., Einarsson, S., Dalin, A.M. (2001). Effect of birth litter size, birth parity number, growth rate, backfat thickness and age at first mating of gilts on their reproductive performance as sows. *Animal Reproduction Science*, 66 (3-4), 225-237.
76. Tummaruk, P., Tantasuparuk, W., Techakumphu, M., Kunavongkrit, A. (2007). Age, body weight and backfat thickness at first observed oestrus in crossbred Landrace × Yorkshire gilts, seasonal variations and their influence on their subsequent reproductive performance. *Animal Reproduction Science*, 99, 167-181.
77. Tummaruk, P., Kesdangsakonwut, S. (2014). Uterine size in replacement gilts associated with age, body weight, growth rate, and reproductive status. *Animal Science*, 59(11), 511-518.
78. Vanderhaeghe, C., Dewulf, J., de Kruif, A., Maes, D. (2013). Non-infectious factors associated with stillbirth in pigs. *Animal Reproduction Science*, 139, 76-88.
79. Varela Lalanda, A. (2012). La sincronización del parto. *Albéitar. Universoporcino.Com*.
80. Vignola, M. (2009). Sow feeding management during lactation. *London swine conference, Tools of the trade*, 107-117.
81. Virolainen, J.V., Tast, A., Sorsa, A., Love, R.J., Peltoniemi, O.A. (2004). Changes in feeding level during early pregnancy affect fertility in gilts. *Animal Reproduction Science*, 80, 341-382.
82. Wang, X., Wu, W., Lin, G., Li, D., Wu, G., Wang, J. (2009). Temporal proteomic analysis reveals continuous impairment of intestinal development in neonatal pigs with intrauterine growth restriction. *Journal of Proteome Research*, 9, 924-935.
83. Weary, D.M., Pajor, E.A., Thompson, B.K., Fraser, D. (1996). Risky behaviour by piglets: a trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing. *Animal behaviour*, 51 (3), 619-624.
84. Whittemore, C.T. Kyriazakis, I. (2006). Whittemore's science and practise of pig production. *Third edition, Blackwell publishing*.
85. Wigmore, P.M., Stickland, N.C. (1983). Muscle development in large and small pig fetuses. *Journal of Anatomy*, 137(2), 235-245.
86. Wolf, J., Záková, E., Groeneveld, E. (2008). Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. *Livestock science*, 115, 195-205.
87. Wolter, B.F., Ellis, M., Corrigan, B.P., De-Decker, J.M. (2002). The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, 80, 301-308.
88. Young, M.G., Tokach, M.D., Aherne, F.X., Dritz, S.S., Goodband, R.D., Nelssen, J.L., Loughin, T.M. (2008). Effect of space allowance during rearing and selection criteria on performance of gilts over three parities in a commercial swine production system. *Journal of Animal Science*, 86, 3181-3193.
89. Zak, L.J., Xu, X., Hardin, R.T., Foxcroft, G.R. (1997). Impact of different patterns of feed intake during lactation in the primiparous sow on follicular development and oocyte maturation. *Journal Reproduction Fertility*, 110, 99-106.