

UNA EXPERIENCIA IRREPETIBLE: LA PIARA DE CERDOS IBÉRICOS DE 'EL DEHESÓN DEL ENCINAR' (1944-2012)

Luis Silió y Jaime Rodrigáñez
Departamento de Mejora Genética Animal, INIA, 28040 Madrid
E-mail: silio@inia.es

INTRODUCCIÓN

Son varios los motivos por los que la piara experimental de cerdos Ibéricos de 'El Dehesón del Encinar' ha sido un caso singular en el panorama de la investigación ganadera realizada en España. El más obvio es que se trata de una población mantenida genéticamente aislada durante casi setenta años, con un registro ininterrumpido de genealogía y datos productivos que, en las 196 parideras habidas hasta Agosto de 2012, abarcó un total de 14.212 camadas y 92.319 animales con datos. Ha sido éste un esfuerzo infrecuente entre nuestras razas autóctonas, que ha contribuido decisivamente a la conservación del patrimonio genético del cerdo Ibérico, seriamente deteriorado a lo largo del último medio siglo, y que hizo posible disponer de reproductores de origen acreditado a decenas de ganaderos de Extremadura, Andalucía y ambas Castillas.

La creación en 1943 del Centro de Cría de Cerdos Ibéricos, por iniciativa del Instituto Nacional de Colonización (INC), tuvo como objetivo inicial el suministro de cerdos Ibéricos a los colonos del Plan Badajoz. Su dirección fue encomendada a Miguel Odriozola (1905-1974), que como becario de la Junta de Ampliación de Estudios había completado su formación académica estudiando genética y estadística en Cambridge (1929), alimentación animal en Aberdeen (1930) y Berlín (1931), y calorimetría en Breslau (1932). Cuando Odriozola inició la creación del Centro, contaba además con once años de experiencia a cargo de la fundación y control genético de la piara de cerdos *Large White* de la Misión Biológica de Galicia, tareas que había asumido por iniciativa de Don Cruz Gallástegui, insigne veterinario y pionero en la mejora genética del maíz. Odriozola, criado en la Granja Modelo de Arkaute (Alava), decidió desde muy joven dedicarse a la selección y mejora de ganado para lo que llevó a cabo un preciso plan de formación personal. En su doble titulación (Ingeniero Agrónomo y Licenciado en Derecho) y en los citados estudios de postgrado, con un evidente desequilibrio hacia la nutrición animal, se puede advertir su preocupación por adquirir una sólida formación en temas no directamente relacionados con su futura actividad como genetista. Odriozola consideraba inoperante la separación entre nutrición, reproducción y genética: los efectos de una nutrición equilibrada no son distintos a los de la heterosis, o inversamente, los de una nutrición deficiente a los de la consanguinidad. Por la misma razón, rechazaba la limitación de la Zootecnia al campo estricto de los animales domésticos y al abordar cualquier problema tenía en cuenta los resultados experimentales obtenidos en cualquier ser vivo. La personalidad de Odriozola marcó toda la trayectoria de la piara del 'Dehesón del Encinar', en la que la conservación del acervo genético del cerdo Ibérico y el servicio útil a los ganaderos fueron inseparables desde el principio de la permanente actividad investigadora. Fue asimismo una referencia para quienes, después de ser sus alumnos, tuvimos el privilegio de continuar allí su tarea (Silió y Malpica, 2003).

Referir los trabajos realizados en un período tan dilatado de tiempo es necesariamente un ejercicio de historia, que no puede disociarse de la historia del propio material. Ambos relatos han de discurrir juntos, dado que las investigaciones realizadas son en buena parte consecuencia de los cambios experimentados por la piara, y también la trayectoria de ésta ha sido en parte determinada por los resultados de aquellas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Orígenes de la piara

Para la localización del Centro, Odriozola pudo elegir entre varias de las fincas gestionadas por el INC tras la guerra civil. La elección del 'Dehesón del Encinar', en la comarca de Oropesa (Toledo), se debió entre otras razones al aislamiento sanitario que proporcionaba su situación distante de las zonas de mayor densidad de producción porcina. El cerdo Ibérico constituía entonces un claro ejemplo de población ligada al medio natural en manos de un gran número de ganaderos, por lo que sus características eran principalmente atribuibles a su adaptación a las condiciones climáticas y ambientales de las dehesas del SO de la Península, y a los hábitos de elevado consumo de grasas animales mantenidos durante siglos en el medio rural. Los censos de la época mencionan nada menos que unas 600.000 cerdas de vientre, distribuidas en un gran número de ganaderías escasamente conectadas. Como consecuencia de ello y de abarcar un territorio variado y extenso la diversidad de tipos morfológicos era muy considerable. Se optó por efectuar una exploración de las mejores ganaderías de Portugal y España, a partir de la cual se escogieron cuatro antiguas ganaderías, con mucho tiempo de cría aislada, y representativas de las principales variedades entonces existentes: *Ervideira*, procedente de la ganadería del Conde de Ervideira (Évora), seis machos y 17 hembras representantes del dorado alentejano; *Campanario*, de la ganadería de los hermanos Donoso (Campanario), cuatro machos y 24 hembras de tipo negro lampiño de La Serena; *Caldeira*, de la ganadería del señor Picao Caldeira (Elvas), cinco machos y 14 hembras de tipo alargado retinto y *Puebla*, ganadería de don Fabián Lozano (Puebla de la Calzada), cinco machos y 27 hembras del pelón guadianés o negro lampiño de las vegas del Guadiana. Los animales de este contingente fundacional llegaron a Oropesa entre 1944 y 1945, quedando la piara cerrada desde entonces a la entrada de nuevos reproductores.

Primer período (1945-1963)

Para asegurar el control genealógico, los apareamientos de cada cubrición se realizaban por monta natural en unidades de cubrición separadas entre sí y del exterior por tapias de altura doble a la que pudiera superar el brinco del cerdo más ágil. En cada unidad se encerraba un verraco con su lote de cerdas durante unos 23 días, en los que las puertas permanecían candadas y precintadas. Finalizado el plazo, rotos los precintos y abiertos candados y puertas se identificaban de nuevo todos los animales de cada unidad. Todo este procedimiento se observó en todas las cubriciones realizadas en la piara por monta natural. Los descendientes de las cuatro estirpes fundadoras se mantuvieron en riguroso aislamiento reproductivo durante este primer periodo, si bien en parideras alternadas se ensayaron los cruces recíprocos entre ellas en un diseño dialéctico. Este diseño permitía el estudio del rendimiento productivo de las cuatro estirpes dejando abierto el destino que, al término del estudio, habían de seguir. Al mismo tiempo se maximizaba el censo efectivo global de la piara. El ensayo dialéctico generó una importante base de datos con registros reproductivos de 2.638 camadas nacidas de 817 madres, así como registros de crecimiento obtenidos con distintos niveles de alimentación de un gran número de animales de los 16 diferentes tipos genéticos.

A finales del primer periodo, el aislamiento reproductivo y reducido censo de cada estirpe habían elevado la consanguinidad media en apenas seis generaciones a cerca de un 12 %, cifra acumulable a la desconocida consanguinidad inicial, probablemente considerable. Se decidió fusionar las cuatro estirpes en una nueva línea compuesta, fijada en capa colorada, denominada *Torbiscal*. La fusión se realizó a lo largo de varios años para emplear el mayor número posible de reproductores. Además se

conservaron otras dos líneas, ambas procedentes de la primitiva *Puebla: Guadyervas*, de capa negra (genotipo *EE* del gen *Extension*) prolongación de la originaria pero limpia del gen recesivo colorado, y *Gamito*, homocigota para el gen colorado (*ee*) procedente de una única copia presente en una cerda fundadora homocigota. Al final de este periodo, la piara sufrió un ataque de PPA, aunque sin consecuencias demasiado graves pero que obligó a estabular a los animales, que hasta entonces habían sido mantenidos en régimen de pastoreo.

Segundo periodo (1964-1974)

El comienzo del segundo periodo coincidió con la primera gran crisis del sector del cerdo Ibérico debida a la extensión de la peste porcina africana, la depreciación del tocino y la irrupción incontrolada de razas extranjeras. Muchísimas ganaderías desaparecieron o realizaron cruces poco controlados con razas foráneas de capa oscura y, por lo tanto, el censo de la raza se redujo drásticamente. Esta difícil coyuntura llevó a la búsqueda de alternativas a la producción tradicional. Financiados por la Fundación Martín-Escudero se realizaron estudios sobre las posibilidades del cerdo Ibérico en régimen intensivo mediante comparaciones con cerdos *Large White* en estabulación completa bajo diversos planos nutritivos (Odriozola et al., 1969).

En la elección de reproductores se primaba la variabilidad genealógica, intentando con ello maximizar el tamaño efectivo, y se fomentaba la dispersión fenotípica que por su origen brindaba *Torbiscal*. Asimismo en esta línea se realizó en este periodo una prudente selección para crecimiento y rendimiento de piezas nobles. Las tácticas de apareamiento, con los coeficientes de parentesco entre todos los reproductores de cada cubrición a la vista, trataban de cruzar entre sí los animales menos emparentados. Pese a estas tácticas, a las que había que añadir una proporción de un verracos por 4-5 reproductoras relativamente elevada, los efectos del incremento de consanguinidad se dejaron sentir en *Guadyervas* y en *Gamito*, donde, obviamente, era mucho mayor el grado de endogamia.

Esta vidriosa cuestión de la depresión consanguínea fue la elegida por Odriozola para plantear su última propuesta experimental. No se trataba de estudiar los efectos negativos de un aumento gradual de la consanguinidad, como el registrado en los animales de la piara a lo largo de los años, sino los de su rápido incremento originado por el apareamiento entre hermanos. El estudio se planteaba en cada una de las tres líneas de diferente consanguinidad previa, lo que ofrecía la posibilidad de comprobar la posible dependencia de los efectos del nivel anterior. La jubilación y el casi inmediato fallecimiento de Odriozola en 1974 no interrumpió la realización de este trabajo, que se prolongó varios años al repetirse el diseño durante dos generaciones, aunque sí contribuyó a que se retrasara varios años el análisis de la información obtenida y aún más la publicación de sus resultados (Fernández et al., 2000a).

Tercer periodo (1975-1984)

Las pérdidas de Odriozola (1974) y la posterior de su más estrecho colaborador, Jaime Zuzuárregui (1981), marcaron el inicio de esta etapa en la que investigadores del INIA -organismo que había recibido del IRYDA la finca y su ganado- que habíamos sido discípulos de Odriozola nos hicimos cargo de la gestión genética de la piara. A los aprendices de aquel taller donde se habían manejado las dos herramientas que el hombre dispone para la actividad creativa –el arte y la ciencia– no nos quedó otra opción que guardar una de ellas en el cajón, no sólo porque no supiéramos manejarla, sino porque el signo de los tiempos no lo permitía. Nuestra primera preocupación fue por ello la de conservar dignamente el legado recibido. Al comienzo de este periodo la conservación del material genético tropezaba con un serio obstáculo: muchos datos no estaban informatizados y se carecía de procedimientos y programas que resolvieran satisfactoriamente los planes de apareamientos. Hasta entonces los coeficientes de

parentesco se habían calculado manualmente, pero el volumen de datos existente hacía inevitable la producción de errores. El proceso completo de incorporar al ordenador del INIA datos y procedimientos llevó su tiempo, de modo que hasta 1982 no fue posible informatizar la gestión genética de la pira.

En este periodo se abordaron algunos trabajos experimentales compatibles con la conservación. Esto permitió estudiar la composición de la canal de *Guadyerbas*, *Gamito* y *Torbiscal*, evidenciando que esta última mostraba un crecimiento superior, menor proporción de grasa subcutánea y mayor de hueso y de magro que las otras dos. La coyuntura del cerdo Ibérico, tímidamente, parecía iniciar un cambio favorable, con una mayor atención a la calidad de los productos que los consumidores comenzaron a diferenciar. En colaboración con la Universidad de Córdoba y la empresa SRC (Jabugo), el INIA que había recibido la finca del IRYDA (antiguo INC), abordó un proyecto para estudiar los efectos de distintos factores de producción (edad, ejercicio, tipo de alimentación en el engorde final) sobre dicha calidad.

Cuarto periodo (1985-2000)

La transferencia en 1984 a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (JCCM) de la finca e instalaciones de 'El Dehesón' hizo necesario un replanteamiento de la pira. Hasta entonces se habían simultaneado los objetivos de conservación y mejora. El excepcional banco de genes que suponían las estirpes obligaba a su conservación, pero esa misma condición le situaba como el material de partida idóneo para cualquier programa de mejora del cerdo Ibérico. Se decidió separar drásticamente las dos cuestiones. Por un lado, conservar las estirpes sin ninguna intencionalidad selectiva y, por otro, abrir a partir de ellas nuevas líneas de investigación en las que se experimentasen cuestiones relacionadas con su mejora genética.

Ante la necesidad de reducir el número de reproductores se adoptaron normas de reposición y apareamiento más rigurosas. Para ello, se intentó aproximar a cero la varianza de los tamaños familiares y en los planes de apareamientos se emplearon técnicas de programación lineal para obtener la solución de mínimo parentesco. De 1989 a 1995 se realizó un experimento de selección para crecimiento magro (*Torbiscal-S*) basado en registros tempranos (peso a 120 días y espesor de grasa a 40 kg), comparada con la línea *Torbiscal* no seleccionada como control. Los cambios genéticos atribuibles a selección se evaluaron a partir de datos registrados en 2.633 animales de ambas líneas.

La mejora de caracteres reproductivos en el cerdo Ibérico fue contemplada detenidamente tanto bajo un ángulo teórico como experimental. Un programa de evaluación del cruce entre *Torbiscal* y la raza hiperprolífica *Jiaxing* fue realizado en este periodo en colaboración con el INRA francés. Los resultados cifraron la superioridad de las hembras F1 (*Jiaxing x Torbiscal*) respecto a las *Torbiscal* en más de tres lechones por camada. Sin embargo, los resultados del crecimiento y composición de la canal no fueron alentadores. Los animales nacidos de distintos cruces con esta raza mostraron una ganancia media diaria inferior a la de los cerdos Ibéricos, especialmente acusada en el periodo de ceba, así como una menor proporción de piezas nobles en el sacrificio.

Al final de este período se iniciaron trabajos con marcadores genéticos (RAPDs, microsatélites, AFLPs) con los que se recuperó una tradición iniciada en los años 70 con estudios sobre variantes proteicas en el suero sanguíneo, en busca de marcadores de factores hereditarios relacionados con caracteres de interés productivo, y que dieron lugar a la única tesis doctoral dirigida por Odriozola sobre la pira. Veinte años después, los avances en las técnicas de análisis de ADN hicieron posible la genética molecular en especies domésticas con muy diferentes aplicaciones, que tuvieron una importancia creciente en la investigación realizada sobre los animales de la pira. Entre ellas, la búsqueda de loci relacionados con caracteres cuantitativos (QTL) requirió la realización de dos cruces experimentales entre líneas o razas

divergentes, considerados idóneos para la detección de esos factores hereditarios. Para obtener el primero de ellos, denominado IBBMAP, se cubrieron 30 cerdas de una línea magra *Landrace* con semen de tres verracos *Guadyerbas*. A partir de seis machos y 64 hembras F1 se obtuvieron los 577 animales F2 que constituyeron el material experimental inicial. Pero la realización de la investigación subsiguiente, realizada en colaboración con el IRTA y la UAB y orientada a la detección de regiones cromosómicas relacionadas con caracteres de crecimiento, composición corporal y calidad de carne y grasa, nos introduce ya al siguiente siglo.

El siglo XXI (2001-2012)

Al comenzar el nuevo siglo, la situación del cerdo Ibérico - como la del país- se ha modificado sustancialmente. El censo de reproductoras –que estuvo en una situación muy precaria en los 80- ha aumentado hasta más de 300.000 cerdas si bien de forma descontrolada, borrando prácticamente la diferenciación tradicional de variedades y estirpes de ámbito territorial. Una parte mayoritaria de la producción de cerdos Ibéricos se ha intensificado y en bastantes casos se ha localizado fuera del territorio tradicional. En la función de la piara, pierden por ello importancia relativa los aspectos de conservación de recursos genéticos y especialmente de suministro de reproductores, aunque no solamente se mantuvieron los programas de conservación de animales *in vivo* sino que se estableció un programa complementario *in vitro* de semen congelado de verracos. En esta actividad –como en otras anteriores y posteriores que requirieron el empleo de técnicas de reproducción artificial- colaboraron eficazmente Pedro García-Casado y Raúl Sánchez, compañeros del Departamento de Reproducción Animal del INIA. El banco cuenta con 3.043 dosis seminales de doce verracos *Torbiscal* y 893 de seis verracos *Guadyerbas*. En este contexto, se impulsó la labor investigadora basada en los animales de ambas líneas aprovechando sus singulares características. A su realización práctica contribuyó el crecimiento del equipo de genetistas del INIA responsable de la piara, al que se incorporaron paulatinamente nuevos investigadores, técnicos y becarios. Igualmente investigadores del IRTA y de las Universidades Complutense y Politécnica de Madrid, de Zaragoza y Autónoma de Barcelona se interesaron por trabajar con los animales de la piara o con nuevo material generado desde la misma. La colaboración con investigadores de la UCM y UPM permitió estudios comparativos de la influencia del ejercicio, la cantidad de bellota ingerida o la adición en el pienso de distintos ácidos grasos o vitaminas. Asimismo se reanudaron los estudios de comportamiento de los lechones, en esta ocasión con técnicas de observación que exigieron la instalación de cámaras y ordenadores en una de las salas de partos (Rauw et al., 2013).

Al cruce IBBMAP inicial siguieron nuevos retrocruces y un nuevo cruce experimental (MEIBMAP), en este caso generado a partir de la inseminación de 21 cerdas de la raza hiperprolífica *Meishan* (INRA, Domaine du Magneraud) con dosis seminales de tres verracos *Guadyerbas*. Se obtuvieron camadas F1 de 18 cerdas *Meishan*, de las que se eligieron 124 reproductores F1 de ambos sexos que dieron lugar a 280 cerdas F2. Los registros reproductivos de estas cerdas se utilizaron en la detección de QTL para caracteres reproductivos, que presentaban notorias diferencias entre las líneas parentales. La creciente complejidad del análisis de los posibles genes candidatos subyacentes a los QTLs detectados hizo necesario trabajar con DNA copia y cuantificar la expresión génica en los principales tejidos de interés. Para ello fue necesario volver a utilizar el viejo matadero con objeto de obtener las muestras de tejidos necesarias en éstos y otros proyectos.

Más recientemente la búsqueda de QTLs relacionados con caracteres reproductivos se ha extendido a las propias líneas *Torbiscal* y *Guadyerbas* empleando técnicas de asociación genómica basadas en el genotipado de miles de mutaciones distribuidas por todos los cromosomas. Esta información genómica ha permitido disponer de nuevas medidas de diversidad genética y consanguinidad en las estirpes, algunas de

las cuales se utilizaron en nuevos estudios de depresión consanguínea (Silió et al., 2013). Finalmente, por iniciativa del grupo UAB-ICREA, al final de este periodo se iniciaron estudios de secuenciación masiva del genoma de cerdos Ibéricos.

Buena parte de las últimas actividades se mantenían a comienzos del 2012 y otras se estaban iniciando o pendientes de comenzar. Pero a finales de Febrero la Consejería de Agricultura de la JCCM comunicó mediante una simple llamada telefónica que los cerdos Ibéricos debían abandonar lo antes posible 'El Dehesón' puesto que habían decidido el cese de las actividades del Centro. La infausta noticia suscitó una gran inquietud entre los trabajadores e investigadores afectados. Para los primeros, se abría un período de incertidumbre laboral y personal. Los segundos, una vez confirmada esta decisión, iniciamos la búsqueda de una localización alternativa para los animales. El cese de actividades en 'El Dehesón' suscitó numerosas protestas de investigadores y entidades nacionales e internacionales, preocupados por la posible desaparición de las líneas de cerdo Ibérico. Finalmente la firma de un convenio del INIA con la asociación AECERIBER ha asegurado por unos años la conservación de los animales y la realización de futuros trabajos de investigación en un nuevo emplazamiento en la vega del Guadiana. Sesenta y ocho años después, los descendientes de las cuatro estirpes que llegaron a Oropesa en 1944-45 emprendieron el camino de vuelta a la tierra de sus antepasados.

RESULTADOS

El propio Odriozola publicó dos extensas publicaciones con los resultados de sus dos principales estudios sobre nutrición y genética de cerdos Ibéricos. En el primero, la comparación de cerdos Ibéricos con *Large White*, mediante ensayos bajo diversos planos nutritivos y niveles proteicos, permitió cuantificar el superior apetito de los primeros, su inferior eficiencia de conversión y su menores necesidades proteicas (Odriozola, 1969). El segundo, un estudio genético-estadístico de los datos acumulados en la piara financiado por la Fundación March, fue finalizado poco antes de su fallecimiento y publicado a título póstumo (Odriozola, 1976). La mayor parte de las publicaciones y comunicaciones generadas por la investigación realizada en la piara corresponde a la época posterior, con otros formatos y una mayor presión por la rápida presentación de resultados. Al redactar esta ponencia, el número aproximado de artículos publicados en revistas indexadas es de 92, de los que algo más de la mitad corresponden a trabajos realizados sobre las estirpes de la piara y el resto a estudios realizados sobre los cruces experimentales generados a partir de *Guadyrbas* (IBMAP y MEIBMAP). En cuanto a las comunicaciones a congresos, al menos 52 han sido presentadas sólo en la Sección de Genética de las catorce ediciones previas de estas Jornadas, y otras siete se presentan en las actuales. Un somero repaso de los resultados nos permite señalar seguidamente algunos de los más notables.

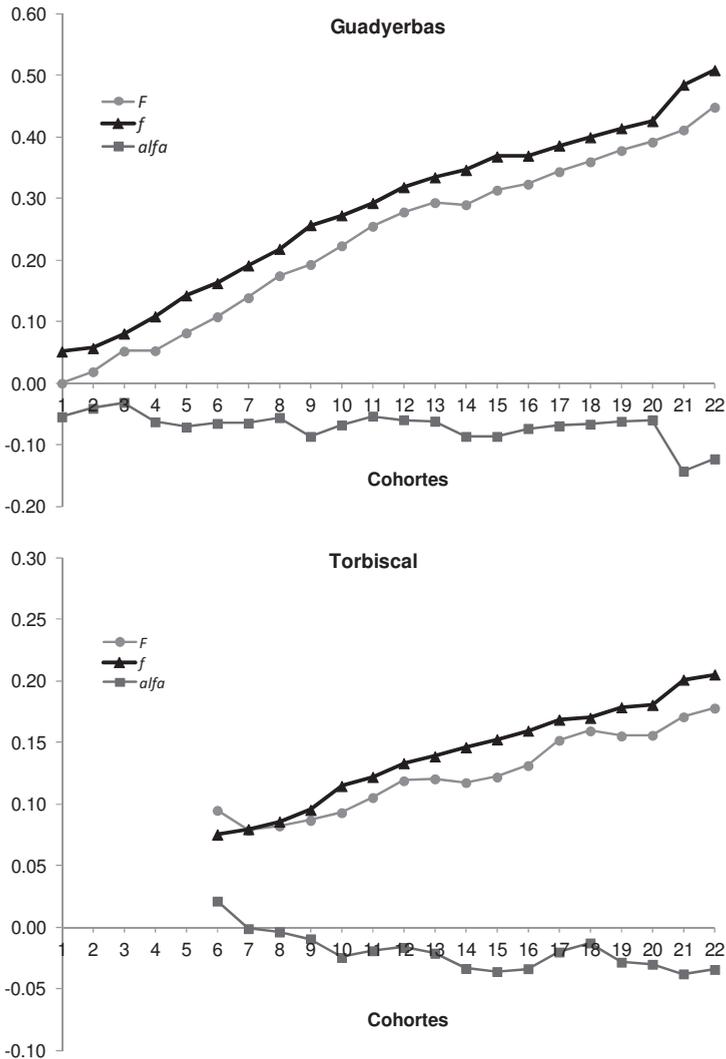
Diferencias y heterosis entre estirpes

El estudio de los registros de crecimiento y tamaño de camada obtenidos en el diseño dialélico permitió evaluar el potencial productivo del cruce entre cerdos Ibéricos de diferentes orígenes. Los valores de heterosis estimados entre estirpes superan los habitualmente encontrados en los cruces entre razas, lo que pudiera atribuirse a la elevada consanguinidad de aquellas. En el crecimiento hasta 95 Kg, la heterosis media equivale al 14,6% de la ganancia media diaria con alimentación restringida y al 10,9% con alimentación *ad libitum* (Fernández et al., 2002b). Valores significativos de heterosis específica fueron asimismo estimados para el peso final de engorde a 14 meses entre los seis pares de líneas, con valores comprendidos entre +12,7 y +17,7 Kg. El crecimiento de la línea *Ervideira* fué claramente superior al resto. En cuanto al tamaño de camada, no se observaron efectos heteróticos en los dos primeros partos y

se estimaron valores significativos de heterosis para el número de nacidos vivos a partir del tercer parto en cinco de las seis combinaciones de estirpes, con valores entre +0,5 y +1,0 lechón por camada (García-Casco et al., 2012).

Consanguinidad y sus efectos

El aislamiento de la piara ha propiciado numerosos análisis genealógicos de los cambios en el parentesco y consanguinidad (Toro et al., 2000), y de los efectos negativos de ésta sobre diferentes caracteres. La evolución del parentesco (f), la consanguinidad (F) y el coeficiente de aleatoriedad de los apareamientos (α) a lo largo de las sucesivas cohortes de reproductores *Guadyervas* y *Torbiscal* se representa en las siguientes figuras.



Los efectos de la consanguinidad sobre caracteres reproductivos se han estimado a partir de registros obtenidos a lo largo de un período largo de tiempo (Toro et al., 1988; Rodríguez et al, 1994). Ya hemos comentado las limitaciones de estos estudios, que

en lo que se refiere a caracteres de crecimiento se han podido complementar en experiencias basadas en animales contemporáneos en los que el diseño de apareamientos ha favorecido una amplia dispersión de la consanguinidad (Fernández et al., 2002a). La posible sustitución de los coeficientes de parentesco y consanguinidad por medidas basadas en diferentes marcadores genéticos fue asimismo objeto de otros estudios (Toro et al., 2002; Silió et al., 2013).

Evaluación genética y selección

A partir de la información registrada en la piara se han obtenido estimas de heredabilidades, correlaciones y diferentes coeficientes ambientales para los principales caracteres reproductivos, de crecimiento y calidad de canal y carne. El análisis retrospectivo de los datos registrados permitió asimismo obtener estimaciones de los cambios genéticos resultantes de la selección realizada durante un período para algunos caracteres. La siguiente figura muestra las medias anuales de los valores mejorantes para el peso a 240 días estimados en animales *Torbiscal*.

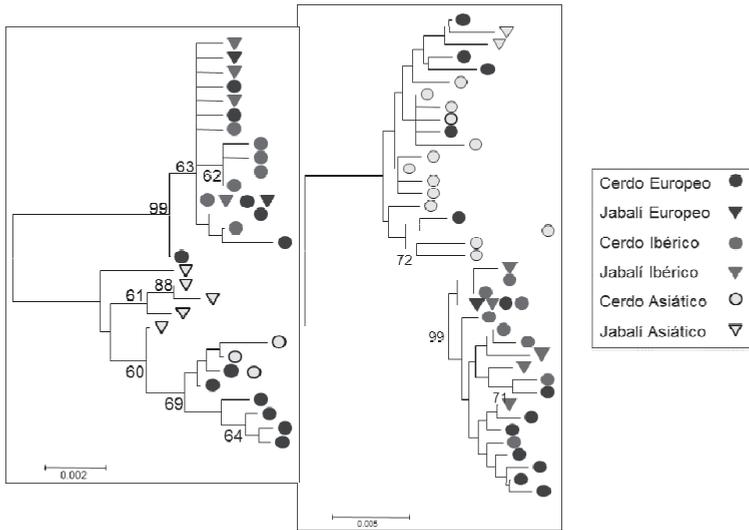


En estos estudios, basados en el modelo animal, se utilizaron en ocasiones técnicas estadísticas bayesianas. Hay que citar que una de las primeras aplicaciones en el área de la mejora genética animal de estas técnicas –que convulsionaron la genética cuantitativa durante años- implementadas mediante muestreo de Gibbs se realizó por parte de investigadores de la Universidad de Illinois sobre los datos de tamaño de camada de *Guadyerbas* (Wang et al., 1994). Estas técnicas se aplicaron asimismo a problemas complejos como la base genética del número de mamas y su asimetría fluctuante (Fernández et al., 2004a) o la posible variación genética del cociente sexual en cerdos (Toro et al., 2006).

Asimismo mediante un procedimiento bayesiano se estimaron, a partir de los datos registrados en los animales de ambas líneas (seleccionada y control), los cambios genéticos registrados en el ya citado experimento de selección para crecimiento magro basado en registros tempranos. La selección fue efectiva para ambos caracteres, con un significativo progreso genético de la línea seleccionada de +2,7 Kg de aumento de peso a 120 días y -1,2 mm de reducción del espesor de grasa dorsal a 40 Kg. La comparación productiva de las líneas a pesos comerciales mostró diferencias significativas para algunos caracteres -aunque de pequeña magnitud- y una notable disminución en la línea seleccionada del contenido en grasa intramuscular en lomo no deseable al tratarse del principal parámetro de calidad.

Filogenia y diversidad genética de cerdos Ibéricos

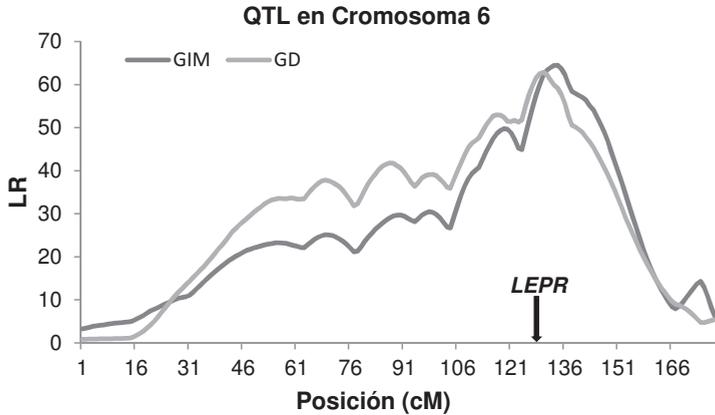
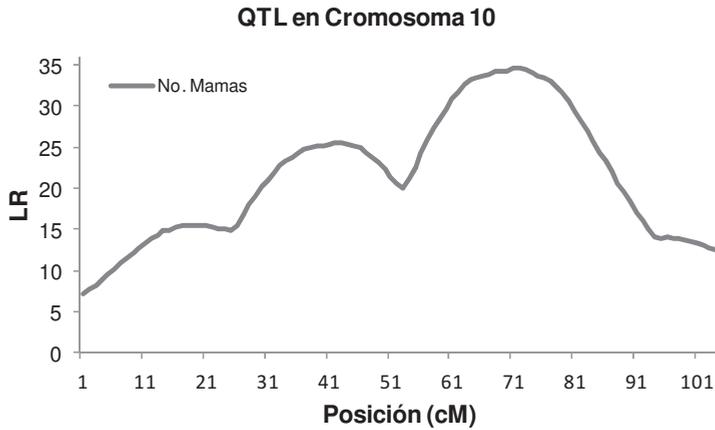
Utilizando diferentes marcadores genéticos se analizó la diversidad genética de *Torbiscal* y *Guadyerbas* y se estudió su relación con otras líneas Ibéricas (Ovilo et al., 2000; Fabuel et al., 2004; Rodrigáñez et al., 2008). Estos trabajos aportaron notable información sobre la estructura de la población de cerdos Ibéricos y la determinación de prioridades en la conservación de su patrimonio genético. Mediante estudios de ADN mitocondrial (mtDNA) se estableció la relación genética de los cerdos Ibéricos con jabalíes nacionales y otras razas porcinas internacionales, mostrando que a diferencia de éstas el cerdo Ibérico no presenta indicios de introgresión de germoplasma porcino de origen asiático (Alves et al., 2003). Los dendrogramas contruidos a partir de 29 secuencias del gen *CytB* y 39 de la región *D-loop* se presentan en la siguiente figura.



Los estudios de mtDNA se extendieron al empleo de secuencias completas utilizadas en la estimación del tiempo de divergencia entre los ancestros de cerdos de origen asiático y europeo, así como el transcurrido desde la domesticación de estos últimos (Fernández et al., 2010). De éstas y otras investigaciones orientadas al estudio de genes relacionados con el prototipo racial del cerdo Ibérico (color, densidad de pelo etc) se derivó el hallazgo de marcadores diagnóstico útiles en la verificación del origen racial de animales Ibéricos puros o cruzados y de sus productos (Fernández et al., 2004b; Alves et al., 2009). Asimismo se desarrollaron paneles de microsátélites adecuados para la verificación de la filiación en cerdos Ibéricos así como para comprobar la trazabilidad individual basada en chips electrónicos.

Detección de QTLs y análisis de genes candidatos en cruces experimentales

El material obtenido a partir de los cruces de *Guadyerbas* con razas divergentes para crecimiento magro (*Landrace*, IBMAP) o caracteres reproductivos (*Meishan*, MEIBMAP) ha permitido la realización de un gran número de estudios de detección de QTLs y de análisis de los posibles genes candidatos subyacentes, reflejados hasta ahora en más de una docena de tesis doctorales, unos 45 artículos científicos en revistas SCI y en la base de datos PigQtlDb que recoge toda la información disponible sobre QTLs en porcino. Las figuras siguientes muestran dos ejemplos de QTLs en los cromosomas 10 y 6 con importantes efectos sobre Número de mamas y Grasa dorsal e Intramuscular, detectados en el material MEIBMAP e IBMAP respectivamente.



A los trabajos iniciales de barrido genómico con modelos de creciente complejidad para la detección de efectos aditivos, dominantes o epistáticos (Óvilo et al., 2002; Varona et al., 2002; Clop et al., 2003; Rodríguez et al., 2005; Noguera et al., 2009) siguieron otros estudios encaminados a la búsqueda de sus posibles mutaciones causales. Los mayores progresos en este sentido se han realizado en los genes *LEPR* y *ELOVL6* candidatos posicionales y funcionales a respectivos QTLs detectados en los cromosomas 6 y 8. La leptina (*LEP*) y su receptor (*LEPR*) regulan el balance energético, consumo de alimento, composición y peso corporal mediante señalización hipotalámica. La mutación *LEPR*c. 1987C>T ha sido fuertemente asociada con el consumo voluntario de pienso, crecimiento y espesor de grasa en los animales de ambos cruces experimentales (Óvilo et al., 2005; Muñoz et al., 2009), y la expresión en el hipotálamo de este gen y de los genes *NPY* y *CART* está condicionada al genotipo para el citado polimorfismo (Óvilo et al., 2010). La elongasa *ELOVL6* cataliza la etapa limitante en la elongación de ácidos grasos en mamíferos. El polimorfismo *ELOVL6*c.-533C>T está fuertemente asociado al contenido en palmítico y palmitoleico tanto en grasa dorsal como intramuscular, y los animales con diferentes genotipos presentan diferencias de expresión en grasa subcutánea de este gen (Corominas et al., 2013).

Genómica de cerdos Ibéricos

Los trabajos más recientes han incorporado el uso de las nuevas técnicas de genotipado masivo de SNPs, análisis de transcripción y secuenciación. El genotipado, mediante el Porcine60K BeadChip, de animales del antiguo experimento de selección para crecimiento magro, ha permitido evaluar los cambios inducidos por la selección realizada en algunas regiones del genoma e identificar en ellas genes relacionados con el espesor de grasa, carácter con mayor respuesta (Rodríguez et al., 2012). Asimismo mediante arrays de expresión se ha comparado el perfil de transcripción génica en el músculo de lechones *Torbiscal* y cruzados *Duroc x Torbiscal*, con el fin de identificar genes responsables de sus distintos patrones de crecimiento desde estadíos muy tempranos del desarrollo. La interpretación funcional de los 196 genes diferencialmente expresados mostró el enriquecimiento de funciones biológicas estrechamente relacionadas con el desarrollo y adipogénesis del tejido muscular (Benítez et al., 2012).

En el material IBMAP el empleo de estas nuevas técnicas genómicas ha permitido obtener, a partir de una densidad de marcadores muy superior a la proporcionada por los microsatélites, nuevos mapas de ligamiento (Muñoz et al., 2011) y realizar nuevos barridos genómicos (Ramayo-Caldas et al., 2012a; Fernández et al., 2012). El uso de RNAseq ha permitido comparar el transcriptoma en diferentes tejidos de individuos extremos para distintos caracteres (Ramayo-Caldas et al., 2012b).

Por último, la iniciativa del grupo de Miguel Pérez-Enciso (UAB-ICREA) ha permitido disponer de las primeras secuencias, de cobertura creciente, del genoma de reproductores del 'Dehesón del Encinar' (Esteve-Codina et al., 2011). Su comparación con las de otros cerdos Ibéricos o las de animales de otras razas ha permitido identificar nuevos aspectos de la variación estructural del genoma porcino así como regiones cromosómicas enriquecidas en genes selectivamente no neutrales relacionados con comportamiento, incluyendo la ingesta voluntaria, así como el metabolismo lipídico (Esteve-Codina et al., 2013).

De la nutrición a la nutrigenómica

Entre los resultados de los diversos trabajos realizados en la pira por el grupo de Clemente López-Bote sobre los diferentes aspectos del engorde en *montanera* destacan la determinación de los efectos positivos de la ingesta de hierba y ejercicio sobre la acumulación de ácidos grasos $n - 3$ tanto en grasa dorsal como en la fracción polar de la intramuscular, favoreciendo el valor nutricional de la carne (Rey et al., 2006). Los últimos trabajos de nutrición se han completado con estudios de expresión génica enfocados a la detección de genes con expresión condicionada por tratamientos nutricionales como dietas con diferente composición de ácidos grasos o con restricción en el contenido en vitamina A. Generalmente la magnitud de las diferencias entre tratamientos observadas en el transcriptoma de los principales tejidos relacionados con la adipogénesis resultó inferior a la esperada, lo que hace aconsejables diseños con muestreos más amplios o bien el recurso a métodos de análisis de la expresión génica más precisos. En las presentes jornadas se presentan algunos prometedores resultados en esta línea de investigación, que corresponden a uno de los ensayos en curso en el momento en que se determinó nuestro desahucio (Ayuso et al., 2013).

DISCUSION

El planteamiento inicial de la pira y los trabajos directamente dirigidos por Odriozola revelan nítidamente su condición de ilustrado criador de cerdos, palabras con que le gustaba describirse. Como científico ilustrado –lo primero no siempre va unido a lo segundo- procuró llevar a cabo experiencias reproducibles o al menos con un pequeño

error medio de sus repeticiones. Su faceta de criador de cerdos, por tradición familiar y vocación personal, le hizo orientar sus investigaciones a la obtención de conocimientos aplicables en la mayor extensión posible. Era consciente de que la precisión deseable de la investigación en biología aplicada requiere muchas veces de artificios experimentales, a costa de la posible generalización de los resultados. Pero ante la disyuntiva entre precisión y generalidad tomó partido por la segunda. Los datos debían obtenerse con mínimo artificio y máximo rigor en su registro, y la actividad científica volcarse en su más exhaustivo análisis. Este enfoque tenía como implicación el recurso a los métodos estadísticos desarrollados por la escuela de Fisher, que Odriozola había conocido de su autor durante su estancia en Cambridge: diseños aleatorios, estimación por máxima verosimilitud y análisis de dispersión y codispersión.

En consecuencia, el manejo de los animales reproducía el habitual en las ganaderías de la época, si bien se impuso en la piara una colección de reglas y cautelas que –sin alterar el mismo– permitía el registro sistemático y fiable de genealogías, identificaciones, adopciones, datos reproductivos y de crecimiento de los animales y de despiece de las canales de los sacrificados en el pequeño matadero de la propia finca. Odriozola y Zuzuárregui supieron contagiar su entusiasmo por el trabajo bien hecho a los trabajadores a cargo de los animales, quienes –años después de la desaparición de ambos– recordaban orgullosos como Don Miguel afirmaba que la genealogía de la piara era más segura que las de las casas reales europeas, o como las partidas del despiece volvían a pesarse de nuevo si su suma difería más de medio kilo del peso de la canal.

El aforismo de Machado ‘Despacio y buena letra: el hacer las cosas bien importa más que hacerlas’ describe de forma exacta tanto el perfeccionismo como el sentido del tiempo impuesto al trabajo en la piara experimental. Se dedicaron un par de años al rodaje inicial, unos quince a la obtención de la información generada por el cruce dialéctico, tres más para llevar a cabo la fusión de las estirpes y otros ocho a la selección de la línea compuesta resultante *Torbiscal*. La duración de cada fase era la necesaria para abordar la siguiente con razonable esperanza de éxito. El resultado fue excelente. Aunque ningún colono de los regadíos del Plan Badajoz recibió un cerdo de ‘El Dehesón’ destinado a su matanza familiar, muchos ganaderos criadores de cerdos Ibéricos pudieron adquirir reproductores *Torbiscal* de crecimiento y rendimiento de piezas nobles muy superior al de las variedades de cerdo Ibérico conocidas hasta entonces. Esta superioridad se mantenía en comparaciones independientes realizadas más recientemente por técnicos de la Diputación de Huelva y del SIA de la Junta de Extremadura.

La difusión de reproductores de la piara experimental facilitó notablemente la recuperación del cerdo Ibérico tras la fortísima reducción de su censo entre los años 1960 y 1980. La actividad a favor de la conservación del cerdo Ibérico, en especial de alguna de sus variedades más amenazadas, ha sido un signo distintivo del trabajo en ‘El Dehesón’. Esta actividad se inicia con la decisión de mantener, dada su fascinante singularidad genética, la línea *Guadyrvas* representativa de la variedad Negro Lampiño del Guadiana, que por ser extremadamente grasa comenzaba a ser desechada por los ganaderos. En aquel momento (1962) nadie hablaba de conservación de recursos genéticos animales y el censo de reproductoras Ibéricas ascendía todavía a unos cientos de miles de cerdas. El interés por la conservación no sólo ha orientado la gestión genética de una piara de reducido número de reproductores, sino que además ha inspirado muchos de los estudios en ella realizados sobre diversidad genética y alélica, parentesco, consanguinidad y depresión consanguínea y sus alternativas de medida. Siempre hemos pretendido hacer una conservación activa, en la que las características distintivas de los animales preservados permitieran obtener conocimientos de interés en el ámbito de la genética, nutrición y producción porcina. Encontramos siempre grupos de investigadores de otros centros dispuestos a compartir esta tarea, que excedía la capacidad de los responsables directos de la conservación de la piara. Muchos de los trabajos descritos

en el anterior apartado, en especial los relacionados con los cruces experimentales, son una muestra de que la coordinación entre distintos equipos permite alcanzar logros inalcanzables por separado para cada uno de ellos. Sin embargo, la dinámica prueba y error es casi ineludible en el trabajo de investigación y en otras ocasiones los intentos de colaboración resultaron parcial o totalmente fallidos. No siempre lo deseable es factible.

A veces algún colega nos ha preguntado, ¿cómo es que la piara de 'El Dehesón' ha durado tanto tiempo? La pregunta es especialmente lógica si además consideramos que a lo largo de sus muchos años ha dependido administrativamente de cuatro organismos públicos (INC, IRYDA, INIA y SIA de la JCCM), tres de los cuales poseían escaso o nulo interés por la investigación agraria. Hay posiblemente varias causas, entre ellas la inercia que confiere el tamaño, pero sin duda la principal es que hubo siempre personas con la motivación y compromiso necesarios (y hasta hace un año suficientes) para seguir adelante con una empresa que daba sentido a su trabajo profesional. En este punto resulta esclarecedor citar la distinción entre trabajo, faena y obra, diseccionada por el escritor Luis Magrinyá en el prólogo de su novela *Los dos Luises*. La primera palabra, y sus equivalentes en todas las lenguas románicas, derivan del latín vulgar *tripalium*, que en el siglo VI describía una especie de cepo de tres palos en forma de cruz en el que los reos sufrían tormento. Su significado figurado pasó de pena o castigo a esfuerzo penoso y finalmente a trabajo en el sentido actual. La palabra faena (una faena agrícola por ejemplo) deriva del latín *facienda* (cosas por hacer), mientras que obra procede de la voz *opera*, referida al cuidado o atención puestos en una actividad o a su efecto. Quienes trabajamos en la piara envidiamos en los peores momentos a los reos de tormento medieval, pero fueron más las veces en que nos divertimos manos a la obra en las faenas de que éramos responsables. El trabajo no fue -al menos en esos momentos- un castigo divino sino un juego tan estimulante como las mejores vacaciones.

Algunas de las características del 'Dehesón del Encinar' corresponden a una época ya pretérita y resultan hoy sin duda anacrónicas. Pero las más importantes (ambición y relevancia de sus objetivos, rigor en el planteamiento del trabajo, autoexigencia en su ejecución y permanente voluntad de innovación) siguen estando vigentes. Nuestra actual investigación en producción animal está en ocasiones ensimismada en objetivos inanes, sus recursos materiales y humanos están fragmentados en un número de proyectos probablemente excesivo, y los investigadores -particularmente los más jóvenes- demasiado presionados hacia el rápido logro de múltiples publicaciones, ajustadas muchas de ellas a la mínima unidad publicable. Cuando se produzca su necesaria reorientación, sería bueno recordar junto a otros referentes igualmente válidos esta larga experiencia de la piara de 'El Dehesón', por mil motivos ya irrepetible.

Agradecimientos

Afortunadamente compartimos nuestro trabajo en la piara con muchos amigos, especialmente (por orden de intervención) María Teresa Dobao, Miguel Toro, Carmen Rodríguez, Almudena Fernández y Juan García-Casco. Para superar distintos problemas sanitarios y otros contamos con el impagable apoyo de Félix Valcárcel, Juan José Mateos, Pedro Martín-Palomino y Pablo García-Ramos. Los trabajadores de 'El Dehesón' han sido fundamentales en la larga travesía de la piara, y su dedicación y cariño por su trabajo -transmitidos en ocasiones de padres a hijos- se mantuvieron ejemplarmente intactos hasta la salida del Centro del último cerdo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves E 2003. *Anim. Genet.* 34: 319-324. • Alves E 2009. *Animal* 3(9): 1216-1223.
- Ayuso M et al. 2013. *XV Jornadas de Producción Animal*, Zaragoza, 14-15 de Mayo.

• Benítez R et al. 2012. *XVI Reunión de Mejora Genética Animal*, Ciutadella de Menorca, 30 Mayo-2 de Junio. • Clop A et al. 2003. *Mamm. Genome*. 14: 650-656. • Corominas J et al. 2013. *PLoS ONE* 8(1): e53687- • Esteve-Codina A et al. 2011. *Heredity* 107: 256–264. • Esteve-Codina A et al. 2013. *BMC Genomics* 14: 148. • Fabel E et al. 2002. *Heredity* 93: 104-113. • Fernández A et al. 2002a. *J. Anim. Sci.* 80: 2267-2275. • Fernández A et al. 2002b. *Livest. Prod. Sci.* 73: 213-223. • Fernández A et al. 2004a. *Heredity* 93: 222-227. • Fernández AI et al. 2004b. *J. Sci. Food Agric.* 84: 855-1860. • Fernández AI et al. 2010. *Anim. Genet.* 42: 86-88. • Fernández AI et al. 2012. *BMC Genetics* 13: 41. • Garcia-Casco J et al. 2012. *Livest. Sci.* 147: 1-8. • Muñoz M et al. 2011. *Anim. Genet.* 43: 620–623 • Muñoz G et al. 2009. *J. Anim. Sci.* 87: 459-468. • Noguera JL et al. 2009. *BMC Genomics* 10: 636. • Odriozola M et al. 1969. *Estabulación de cerdos ibéricos*, Ministerio de Agricultura, INC, 209 pp. • Odriozola M. 1976. *Investigación sobre los datos acumulados en dos pjaras experimentales*, Ministerio de Agricultura, IRYDA, 146 pp. • Óvilo C et al. 2000. *Anim. Genet.* 31(2): 117-122. • Óvilo C et al. 2002. *J. Anim. Sci.* 80: 2801-2808. • Óvilo C et al. 2005. *Genet. Res.* 85: 57-67. • Óvilo C et al. 2010. *Mamm. Genome*. 21: 583-591. • Ramayo-Caldas Y et al. 2012a. *J. Anim. Sci.* 90: 2883-2893. • Ramayo-Caldas Y et al. 2012b. *BMC Genomics* 13: 547. • Raw WM et al. 2013. 64th EEAP Annual Meeting, Nantes, 26-30 Agosto. • Rey AI et al. 2010. *Food Chemistry* 123: 1170-1175. • Rodríguez J et al. 2008. *Span. J. Agric. Res.* 6 (Special issue): 107-115. • Rodríguez MC et al. 1994. *J. Anim. Breed. Genet.* 111 (3): 220-227. • Rodríguez MC et al. 2005. *Anim. Genet.* 36: 490-496. • Rodríguez MC et al. 2012. *XVI Reunión de Mejora Genética Animal*, Ciutadella de Menorca, 30 Mayo-2 de Junio. • Silió L y Malpica JM. 2003. Miguel Odriozola Pietas, ilustrado criador de cerdos. En *Los orígenes de la genética en España* (M Candela, Ed): 335-357, Sociedad Estatal de Conmemoraciones Culturales, 436 pp. • Silió L et al. 2013. *J. Anim. Breed. Genet.* doi:10.1111/jbg.12031. • Toro MA et al. 1988. *Anim. Prod.* 46: 79-85. • Toro MA et al. 1998. *Genet. Sel. Evol.* 30: 585-600. • Toro MA et al. 1999. *Genet. Sel. Evol.* 31: 255-261. • Toro MA et al. 2000. *Conserv Biol.* 14(6): 1843-1851. • Toro MA et al. 2002. *Conserv. Genet.* 3: 309-320. • Toro MA et al. 2006. *Genetics* 173: 911—917. • Varona et al. 2002. *Genet. Res.* 80: 145-154. • Wang CS et al. 1994. *Genet. Sel. Evol.* 26: 91-115.