

Los programas de mejora genética bovina en Asturias: 25 años avanzando



Carlos O. Hidalgo Ordóñez
Carolina Tamargo de Miguel
J. Néstor Caamaño Gualdoni
Ángel Fernández García
M^a José Merino Hernantes



SERIDA

Los programas de mejora genética bovina en Asturias: 25 años avanzando

Carlos O. Hidalgo Ordóñez*
Carolina Tamargo de Miguel*
J. Néstor Caamaño Gualdoni*
Ángel Fernández García*
María José Merino Hernantes**

**Área de Selección y Reproducción Animal
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)*

***ASTURGEN, S.L.*

© **SERIDA**

Edita: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)
Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial

D.L.: AS 2172-21

Imprime: Asturgraf

PRÓLOGO

La ganadería, especialmente la bovina, es un pilar importante en el conjunto de la economía asturiana y una de las señas de identidad de nuestro medio rural. Además de generar empleo y riqueza, produce alimentos de calidad y juega un papel insustituible en la conservación del paisaje y del medio ambiente.

En Asturias, tierra con clara vocación ganadera, la ganadería de leche se basa mayoritariamente en la utilización de animales de la raza frisona, cosmopolita y de aptitud lechera, y la de producción de carne en el uso de animales de dos razas autóctonas emblemáticas de aptitud cárnica: la asturiana de los valles y la asturiana de la montaña o casina, todas ellas protagonistas del trabajo que se muestra en esta publicación.

La situación de partida, los retos y las necesidades de cada una de estas razas eran diferentes a mediados del siglo pasado, pero la década de los ochenta supuso para todas ellas un punto de inflexión con la profesionalización del sector, la preocupación por la recuperación de las razas en peligro de extinción y el desarrollo de programas de mejora genética. Grandes hitos en este cambio fueron la constitución de la cooperativa Asturiana de Control Lechero (ASCOL), la Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Asturiana de los Valles (ASEAVA), y la Asociación Española de Criadores de la Raza Asturiana de la Montaña (ASEAMO).

Esta monografía describe el trabajo colaborativo realizado en el último cuarto de siglo, cuyo objetivo ha sido adaptar la cabaña ganadera a las nuevas demandas del mercado. Los trabajos de mejora genética de las razas han tenido como principal consecuencia el incremento de la rentabilidad y productividad de las explotaciones, mientras que los programas de conservación han reducido los niveles de pérdida de variabilidad genética, permi-



tiendo la recuperación y fortalecimiento de nuestras razas autóctonas, hecho que hoy en día supone un valor añadido. Se trata de razas vinculadas al modelo de ganadería extensiva que, además de favorecer el mantenimiento de la población rural, generan trabajo y riqueza donde no hay otros recursos y contribuyen a la sostenibilidad medioambiental y al mantenimiento de nuestro paisaje. Un patrimonio de la ciudadanía que cada día cobra más relevancia.

Durante todo este tiempo, el SERIDA, como organismo de investigación agraria y agroalimentaria del Gobierno de Asturias, ha consolidado su papel de apoyo fundamental para el sector y ha contribuido con su trabajo a la consecución de los numerosos éxitos de la ganadería de nuestra región.

Desde estas líneas, quiero agradecer el trabajo realizado por el Área de Selección y Reproducción Animal del SERIDA, incluyendo personal investigador, personal de laboratorio, operarios y encargados del cuidado de los animales en este organismo, así como a quienes desde los diferentes centros, asociaciones y entidades del sector se han implicado y comprometido en las últimas décadas con este proyecto. Estoy seguro de que sus resultados servirán de estímulo para seguir trabajando en lograr un sector primario moderno y competitivo.

Alejandro Calvo Rodríguez
Consejero de Medio Rural y Cohesión Territorial

PRESENTACIÓN

En Asturias, una región de vocación ganadera, especialmente bovina, hace más de dos décadas que se desarrollan los programas de mejora genética en esta especie, con apoyo de la administración y una gran implicación de las asociaciones de ganaderos. Uno de los objetivos más importantes de estos programas es diseminar las características que poseen los animales genéticamente superiores (mejorantes) y, en el caso de los machos, esto se realiza por medio de la congelación del semen y la distribución de los gametos mediante la inseminación artificial. De este modo, primero en el antiguo CENSYRA de Somió y, desde 2008, en el Centro de Selección y Reproducción de Cenero hemos tenido toros que se han situado a la cabeza de diferentes clasificaciones, tanto a nivel nacional, como internacional.

Y por otro lado, por vía materna, el desarrollo se ha producido gracias a biotecnologías reproductivas como la multiovulación y transferencia embrionaria, la técnica de *ovum pick-up* (OPU) combinada con la fecundación *in vitro*. En este último caso, es diferente el esquema utilizado en los programas de mejora de la raza frisona, cosmopolita y de aptitud lechera, en la que se importan embriones de alto valor genético que se transfieren en las ganaderías; en el caso del nacimiento de un macho será un futuro semental y si es una hembra se usan como donantes de embriones y madres de futuros sementales. En las razas autóctonas asturianas, de aptitud cárnica, la asturiana de los valles y la asturiana de montaña, esta última en peligro de extinción, son las asociaciones de criadores quienes seleccionan vacas candidatas para el programa de mejora genética, con las que generamos embriones, tanto *in vivo*, como *in vitro*, que pueden ser transferidos en fresco a una novilla receptora o bien ser congelados para formar parte del banco de germoplasma de las razas. Gracias a la exportación de algunos de esos embriones hay rebaños en diferentes países de Iberoamérica de nuestras razas.



El trabajo que aquí se presenta ha sido posible gracias al desempeño de labores realizadas a lo largo de las últimas décadas por muchas personas, varias de las cuales, queremos destacar: Manuel Cima García, director e impulsor de la Estación Pecuaria Regional de Asturias desde el año 1972, Enrique Gómez Piñeiro, actual jefe del Área de Genética y Reproducción Animal del SERIDA, Lupicinio Prieto Tejerina, jefe del Área de Selección y Reproducción Animal hasta su jubilación en el año 2003, Luis Alonso Echevarría, secretario ejecutivo de ASEAVA y ASEAMO durante casi 20 años, Carlos Méndez Suárez, gerente de ASCOL hasta su anticipada jubilación, así como a todos los presidentes de cada una de las tres asociaciones bovinas de ganaderos, con un especial recuerdo al ya fallecido Valeriano Remis Remis, presidente de ASEAMO durante casi dos décadas, por su implicación y enorme compromiso con la recuperación de la raza, y por supuesto, el personal de laboratorio y de campo del SERIDA.

Los autores

ANTECEDENTES: LOS CENSYRAS

La actividad rural, y en especial la ganadera, es fundamental para la sociedad asturiana, y en el presente trabajo realizaremos un recorrido a través del último cuarto de siglo de avances en el ámbito de los programas reproductivos, la mejora genética y el papel desarrollado por el Área de Selección y Reproducción Animal del actual SERIDA en los mismos. La Ley de Bases de 2 de diciembre de 1931 y posterior Decreto de 7 de diciembre, crean la Dirección General de Ganadería e Industrias Pecuarias y se pone en manos de la profesión veterinaria un proyecto adelantado a su tiempo que, aparte de sus novedades en los campos de educación y fomento pecuario, incluía la creación de las estaciones pecuarias. Concretamente aparecen ocho estaciones pecuarias independientes con categoría regional, ubicadas en las provincias de Madrid, Córdoba, Badajoz, Lugo, León, Oviedo, Zaragoza y Murcia; posteriormente aparecen, por ejemplo, en Ciudad Real, Valdepeñas o Cuenca otras estaciones provinciales y regionales. Se entendían entonces estas estaciones como centros experimentales al servicio de la ganadería de un área regional específica, mencionándose en el texto reglamentario, entre otras, las siguientes funciones: selección genética de especies y razas de animales de mayor importancia para la región.

De este modo, hace casi 100 años, la corporación municipal del Ayuntamiento de Gijón decidió el 13 de junio de 1933 solicitar al Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio la instalación de la Estación Pecuaria Regional en terrenos del municipio y la cesión de la finca conocida como la Quinta del Duque para instalar en Somió la citada estación, con el fin de mejorar los rendimientos productivos de nuestras ganaderías.

No es hasta el año 1971, en que por la Orden de 8 de junio por la que se desarrolla el Decreto 2684/1971, en cuanto a lo que se refiere a los



Servicios Regionales del Departamento, en una reestructuración del Ministerio de Agricultura, que se suprime la citada Dirección General de Ganadería, cambiándose el nombre de las Estaciones Pecuarias Regionales que, hasta ese momento, mantenían su denominación y funciones, por el de Centros Nacionales de Selección y Reproducción Animal (CENSYRA). Tras el nacimiento de las comunidades autónomas y el proceso de transferencias el Centro ha sufrido diferentes cambios en su regulación orgánica en un corto espacio de tiempo: se le denominó CENSA (Centro Nacional de Selección Animal) y más tarde vuelve a denominarse CENSYRA. En esa época, el CENSYRA de Gijón desarrollaba fundamentalmente labores de servicio y soporte técnico para las asociaciones de ganaderos de vacuno de aptitud cárnica y lechera.

En septiembre de 1991, el Centro de Experimentación Agraria sito en Villaviciosa (que además de Villaviciosa, incluía fincas experimentales en Grado, Quirós e Illano) y el CENSYRA de Gijón se constituyen como Instituto de Experimentación y Promoción Agraria (IEPA). En 1995 se incorpora la sección de investigación del Laboratorio de Sanidad Animal de Jove, Gijón, bajo la denominación de C.I.A.T.A. (Centro de Investigación Aplicada y de Tecnología Agroalimentaria) y finalmente, tras el Decreto 38/2000, se transforma en entidad pública y pasa a denominarse SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario), instrumento del Gobierno del Principado de Asturias en materia de investigación y desarrollo en el ámbito agroalimentario.

El CENSYRA de Gijón, conocido como la Pecuaria, permaneció en la parroquia de Somió hasta el año 2008, siendo durante ese año y a lo largo del siguiente 2009 cuando se decidió su traslado, dado que sus actividades eran incompatibles con un entorno ya urbano. De este modo, las dificultades de funcionamiento en la histórica ubicación, las nuevas necesidades generadas por el crecimiento de la actividad investigadora de la entidad y la transferencia progresiva de funciones a las asociaciones de ganaderos llevaron al cierre de las instalaciones del SERIDA en Somió. Tras lo cual, se construyeron dos nuevos centros, uno en la parroquia de Deva, en el barrio de La Olla, dedicado a la I+D+i animal y denominado Centro de Biotecnología Animal y otro en la parroquia de Cenero, bajo dependencia de las asociaciones de ganaderos bovinos, como Centro de Selección y Reproducción y en el que el Área de Selección y Reproducción Animal del SERIDA presta labores de recogida, evaluación y procesamiento de semen mediante acuerdo firmado con aquellas.



Instalaciones de la antigua Estación Pecuaria de Somió.

Dentro de la Estación Pecuaria estaba enclavado lo que se denominaba entonces Centro Primario de Inseminación Artificial, que albergaba sementales bovinos de las tres razas principales: frisona, pardo alpina y asturiana (de valles y de montaña). Además, se alojaban sementales equinos, concretamente un caballo y un asno garañón, cuyo cruce con las yeguas producía excelentes mulas y mulos, que eran muy apreciados para las labores del campo.

En el año 1965, la plantilla de sementales de este centro estaba constituida por un total de 41 sementales, de los que 18 eran toros frisonos, 13 pardos y 10 asturianos. Desde el año 1970 se produce un aumento grande en los animales de razas de carne, sobre todo en la asturiana de los valles (tanto culones, como no culones) y de asturiana de la montaña.

Se va produciendo un aumento en la cantidad de sementales de raza frisona y asturiana, para satisfacer la demanda de dosis, sin embargo, los animales de raza parda alpina van en franca regresión, hasta llegar a la desaparición total del centro.



En el año 1972 comienza la batalla por introducir el sistema de inseminación artificial con semen congelado, con gran resistencia por parte de los veterinarios inseminadores, que seguían prefiriendo el semen fresco porque alcanzaban mayores tasas de fecundidad. Después de la formación teórico práctica de los veterinarios y de dotarlos del material necesario, se firmó un convenio con la Cámara Sindical Agraria para el servicio de reparto y distribución del semen, y para que el nitrógeno llegara regularmente cada 10 días a los puestos que se establecieron.

Por los datos aportados por Manuel Cima García en su libro "La Estación Pecuaria Regional de Asturias (Somió, Gijón): 1933-2005", en el año 1971 se contaba con un total de 52 sementales en la Estación Pecuaria, ajustados a las razas que formaban el censo bovino regional, siendo las más significativas la frisona y la asturiana de los valles y, en menor medida, la parda alpina y la asturiana de la montaña. Con un austero equipamiento laboratorial, se pone en marcha una primera fase con semen diluido y refrigerado, manteniéndolo a temperaturas cercanas a 0°C durante 48-72 horas y permitiendo el envío a toda la región.

ESTABLECIMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA BOVINA EN ASTURIAS

1. CREACIÓN DE LOS LIBROS GENEALÓGICOS

Tras la amplia reestructuración en el Ministerio de Agricultura a partir de 1971, mencionada anteriormente y la supresión de la Dirección General de Ganadería, quedando integrada en la Dirección General de la Producción Agraria, se crearon las Delegaciones Provinciales de Agricultura a nivel periférico a las que se adscriben los CENSYRA y se les encomienda, entre otras funciones, la dirección y control de los depósitos de sementales, las pruebas de valoración de reproductores, la obtención, control y distribución de dosis seminales, la formación del banco nacional de semen, el desarrollo de los libros genealógicos y todas aquellas otras actividades que en materia de selección y reproducción animal se determinasen en el futuro.

De este modo, se pusieron en marcha, en orden cronológico las siguientes: gestión de los libros genealógicos de las razas bovinas autóctonas asturianas, control de rendimiento lechero en las razas frisona y parda alpina, valoración genética individual de novillos de las razas



asturianas, control del rendimiento cárnico, intervención en el desarrollo de los esquemas de pruebas de progenie y difusión del material genético seleccionado mediante nuevos métodos de reproducción asistida.

Tras el proceso de transferencias realizado como consecuencia de la creación de las comunidades autónomas, se traspasa por decreto en 1985 la finca de Somió, lo que permitió a los ganaderos relacionarse con una administración más cercana, también en lo referente a la demanda de apoyo técnico.

LA RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES

En los años 70 del siglo pasado la explotación de esta raza autóctona iba orientada a su triple actitud carne, leche y trabajo. Fue gracias al Decreto 733/1973, que encomienda a las asociaciones de criadores la gestión de los libros genealógicos y, en el caso concreto de la asturiana de los valles, el Reglamento de 25 de abril de 1985, que la incorpora al grupo de



Toro de raza asturiana de los valles. "Elegante" (foto cedida por ASEAVA).



producción carnicera, cuando se inicia la recuperación de la misma, claramente patente a partir de 1991. Le corresponde un mérito especial a la Asociación Española de Criadores de Ganado Vacuno Selecto de la Raza Asturiana de los Valles (ASEAVA), que asumió la gestión del libro genealógico por traspaso desde el Centro de Somió en 1986 y que en 1998 ya había incorporado 3.315 explotaciones y cerca de 70.000 ejemplares, cantidad próxima al total del censo repartido en diferentes comunidades autónomas. Tiene reconocido el Esquema de Mejora Genética por Resolución Comunicada de 10 de junio de 1991.

En la actualidad la Asociación de Criadores cuenta con más de 4.147 ganaderías asociadas, en su mayoría ganaderos de Asturias, pero también de otras comunidades como Castilla-León, País Vasco, Galicia, Cantabria, Madrid, Extremadura y Castilla la Mancha y más de 107.818 animales inscritos (datos a 31 de diciembre de 2019), de los cuales hay un total de 72.139 hembras (69.897 reproductoras) y 4.222 machos.

La raza asturiana de los valles, también denominada “carreñana”, está especializada en la producción de carne y, para este fin, cuenta con un buen formato, gran capacidad de transformación de alimentos y notable velocidad de crecimiento. Los animales portadores del gen culón presentan un desarrollo muscular extraordinario y muestran una clara superioridad desde el punto de vista carnicero sobre los animales normales. Esta superioridad se concreta en un mayor rendimiento a la canal, mayor proporción de músculo, menor proporción de hueso y mucha menor proporción de grasa. El gen responsable del carácter culón, denominado gen MSTN, se descubrió en 1997 y está localizado en el cromosoma 2.

Son vacas mansas, buenas madres, que paren sin dificultad y destetan terneros bien conformados y de pesos elevados. Son animales rústicos, que se desenvuelven bien en terrenos accidentados y que soportan sin dificultad temperaturas extremas. En cuanto a su prototipo racial, son animales longilíneos, subhipermétricos y de perfil recto; de capa castaña, con tonalidades que van desde un amarillo pajizo muy claro hasta un tono castaño rojizo, con degradaciones cremosas en la cara interna de las extremidades, bragada y orla alrededor del hocico, y que evoluciona a negro en las partes distales y frontales de las extremidades. En los machos, la capa es más oscura en general, sobre todo en las regiones más ventrales de la cabeza, cuello y papada, parte inferior del tórax y vientre, y extremos de los aplomos, donde llega a ser prácticamente negra. Son característicos de la raza la tonalidad de las mucosas, siempre negras y una mancha también negra (más o menos



pronunciada) bajo los ojos (ojera), así como el borlón de la cola, rodetes coronarios y pezuñas. La pala del cuerno es de color blanco con el pitón negro.

Para más información acerca de los objetivos, el Programa de Mejora Genética de la raza asturiana de los valles, puede consultarse en la página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que ha sido elaborado por el Servicio de Genética de la Universidad Complutense de Madrid.

LA RAZA ASTURIANA DE LA MONTAÑA

Esta raza, al igual que la asturiana de los valles, fue explotada también por su triple aptitud leche, carne y trabajo. La Sociedad de Ganaderos del municipio de Caso la sometió a control del rendimiento lechero, debido al uso de la misma para la producción de quesos en la montaña asturiana, incluso antes del reglamento de 1933 que disponía las normas expresas



Toro de raza asturiana de la montaña "Catalín" (foto cedida por ASEAMO).



para los libros genealógicos para el ganado vacuno de aptitud lechera. Su prototipo racial se fija por la Inspección General de Fomento Pecuario en 1933 y hasta 1978 no se dispone de otro documento de trabajo tras una resolución de la Dirección General de la Producción Agraria. En la misma se define su estándar racial y se autoriza la apertura de un registro especial de animales selectos. En la década de los años 70 del pasado siglo, su censo llegó a reducirse hasta aproximarse al peligro de extinción, dada la competencia con razas lecheras como la parda alpina o la asturiana de los valles.

De modo paralelo a lo descrito anteriormente para la raza asturiana de los valles, en 1981 se crea la Asociación Española de Criadores de la Raza Asturiana de la Montaña (ASEAMO) y se aprueba el reglamento específico del libro genealógico por Orden del Ministerio de Agricultura de 14 de noviembre de 1986, incorporando a la raza al esquema de valoración de reproductores de aptitud carne, lo que fue determinante en su recuperación. Así mismo, en 1986 se traspasa la gestión del libro genealógico desde la Pecuaria a la Asociación de Criadores y desde 1998 se da una enorme evolución en los censos de la raza alcanzando 578 explotaciones registradas y 8.287 animales inscritos. La raza asturiana de la montaña o casina se explota en régimen extensivo para producción de carne, principalmente en la zona oriental del Principado de Asturias. Para ello, se aprovecha su rusticidad y capacidad de adaptación, así como su gran docilidad y capacidad de cría. Esta raza se encuentra integrada desde tiempos inmemoriales en el paisaje y ecosistema asturianos, cumpliendo una importante función de conservación del medio y contribuyendo en gran medida a la fijación de población en áreas de montaña. En el Catálogo Oficial de Razas del Ministerio de Agricultura (R.D. 1682/97) está considerada como raza de protección oficial.

En cuanto a su prototipo racial, se definen como animales con una apariencia corporal muy compacta, de capa castaña, con diferentes variaciones de tonalidad. Las extremidades son cortas y potentes, con pezuñas amplias y negras, los cascos suelen estar perfilados en su parte superior por un ribete negro, el cuello es corto y bastante robusto, el pecho muy profundo con una gran capacidad torácica, la grupa ancha y ligeramente caída, el nacimiento de la cola es alto y con el borlón negro, las mucosas nasales, bucolinguales y anovulares son de color negro. La cabeza es de apariencia pequeña con perfil craneal subcóncavo o recto y de frente ancha, con gran separación entre las órbitas oculares. La casina representa en la actualidad



un papel decisivo en la conservación del medio natural y el paisaje en zonas deprimidas de especial valor ecológico, contribuyendo a fijar la población rural en zonas de montaña. Actualmente, se ubica en la zona de influencia del macizo de los Picos de Europa y montes circundantes de la zona oriental del Principado de Asturias.

El número total de animales inscritos en el libro genealógico ha ido en aumento a lo largo de los últimos años, de manera que a fecha de 31 de diciembre de 2019 se encuentran inscritos un total de 21.215 animales, de los cuales 20.386 son hembras (14.275 reproductoras) y 458 son machos. Las ganaderías inscritas ascienden a un total de 611 explotaciones, de las cuales la mayoría están en Asturias, mientras que el resto se encuentran en las comunidades de Cantabria, País Vasco, Comunidad Valenciana, Extremadura y Castilla-León.

Para más información acerca de los objetivos, el Programa de Mejora Genética de la raza asturiana de la montaña, puede consultarse en la página web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y elaborado por el Servicio de Genética de la Universidad Complutense de Madrid.

Lo que distingue totalmente a ambas razas es la presencia del gen “culón” en la asturiana de los valles. Además, la casina se diferencia de la carreñana por ser de menor corpulencia y, por tanto más ligera. Como se ha visto, las demás características (color, cabeza, hocico, piel, extremidades...) son prácticamente las mismas. Difieren entonces, por pequeñas singularidades: la línea dorsolumbar en la casina es ligeramente ensillada y el nacimiento de la cola raramente es en cayado, y en la carreñana es recta.

2. PROGRAMA DE CONTROL LECHERO

El control del rendimiento lechero se ha practicado, tanto por razones económicas destinado a eliminar los animales menos rentables en las explotaciones, como por razones técnicas, permitiendo el ajuste de la alimentación de dichos animales, o por razones comerciales, ya que el pago de la leche se realiza en función de su calidad higiénica y sanitaria. Por último, también se ha realizado dicho control por razones zootécnicas, para seleccionar los reproductores en función de sus ascendientes, pero especialmente en base a las pruebas realizadas a su progenie.



La raza frisona es perfectamente conocida, habiendo sido seleccionada para su aptitud lechera y siendo una raza cosmopolita y ampliamente difundida. En el año 1986 se instó a los ganaderos de la comunidad autónoma a organizarse como asociación, para hacer que los programas de selección fuesen testados por ellos mismos. De este modo, un grupo conformado por presidentes de núcleos de control lechero asumió este desafío y, con ayuda de la Administración, en diciembre de 1986, tras la aprobación por parte de todos los socios, se constituyó Asturiana de Control Lechero (ASCOL) que, como el nombre indica, se dedicaba a gestionar el control lechero, pero siempre teniendo en cuenta que era una herramienta para el proceso de selección. Actualmente, ASCOL, agrupa a más de 800 productores de leche y entre sus principales objetivos se encuentra la selección de sementales de raza holstein con el fin de ofrecer a sus socios y clientes una genética del más alto nivel para la mejora del rendimiento económico de las explotaciones lecheras.

ASCOL está involucrado en todo el proceso de selección, siendo responsable de la gestión del control lechero y del libro genealógico de la raza frisona en Asturias, a través de la asociación constituida por sus miembros (ASCOLAF) integrada en CONAFE (Confederación de Asociaciones de Frisona Española). ASCOL ha sido el primer centro español y el segundo europeo en ofrecer semen sexado, y también han sido los primeros en apostar por la genómica en el país.

En los últimos años se han realizado importantes avances en la mejora genética del ganado vacuno de leche en Asturias, lo que incide directamente en un aumento de la eficiencia productiva de las explotaciones.

DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS REPRODUCTIVOS Y DE MEJORA GENÉTICA BOVINA EN ASTURIAS

Tal y como hemos venido reflejando a lo largo de este trabajo, desde la Administración, tras la creación de la Estación Pecuaria al comienzo y, más adelante, como Centro de Selección y Reproducción Animal, se ha prestado el apoyo técnico al desarrollo de los programas de mejora genética del ganado vacuno de la región, poniendo a disposición de los ganaderos los medios desarrollados: primero con la utilización del semen refrigerado, posteriormente con la congelación del mismo y, por último, con la utilización de las nuevas tecnologías reproductivas.



Para llevar a cabo estas actividades se han suscrito convenios de colaboración, desde 1985, fecha en la que los ganaderos, fueron partícipes de los planes de mejora de sus razas. De este modo, entre los años 1988 y 1990 se firmaron los primeros convenios con ASCOL, también con ASEAVA y con ASEAMO, en virtud de los cuales, se les transfería la titularidad de los sementales del Centro de Somió para su explotación y también la comercialización de las dosis seminales producidas, debiendo abonar las asociaciones una tasa en concepto de asistencia técnica. Las asociaciones debían invertir el dinero obtenido por la venta de las dosis seminales en la selección y mejora genética de sus razas. La segunda etapa se abre con los planes de colaboración en el año 1995 ya que, tras la renovación en 1992 de los convenios anteriores, se amplían los objetivos de los mismos, impulsando los controles de rendimientos lecheros y cárnicos, incrementando el número de sementales que se valoraban genéticamente, con una mayor producción de dosis seminales y también de embriones. A partir de los terceros convenios del año 1997 se marcan asignaciones presupuestarias a cada una de las asociaciones, ligadas a obligaciones de las mismas con respecto a sus libros genealógicos, control de rendimientos, valoración de sementales y desarrollo de programas de mejora concretos que veremos más adelante, entre otros.

Con todo lo anterior, las asociaciones de criadores fueron asumiendo progresivamente la mayor parte de las funciones que venía desarrollando la Administración desde el centro de Somió.

De esta manera, comenzaremos abordando el apoyo técnico desarrollado en los programas reproductivos y de mejora genética a través de la vía de las "madres", pasando más tarde a hablar, dentro de los mismos, del programa de producción de dosis bovinas congeladas para la inseminación artificial.

PROGRAMAS REPRODUCTIVOS: ACTUACIONES SOBRE LA HEMBRA

La técnica de transferencia embrionaria, según refiere Manuel Cima en su libro del año 2007, se inicia en el Centro de Somió con carácter experimental durante los años 1984 y 1985, produciéndose el primer nacimiento de un ternero con el uso de esta tecnología en septiembre de 1986, con la utilización de una vaca donante y una novilla receptora pertenecientes al rebaño experimental de raza asturiana de los valles.



Fue regulada por dos reales decretos de los años 1992 y 1994, que trasponían sendas directivas comunitarias a nuestro ordenamiento y, junto con las recomendaciones realizadas por la IETS (Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones) marcaron los criterios a seguir con esta tecnología reproductiva. En Asturias, la entonces Consejería de Agricultura dicta una resolución en abril de 1986 para regular el tráfico de material genético en el Principado de Asturias, lo que incluye a los embriones. A nivel de campo, la transferencia de embriones comenzó a realizarse a partir de 1990, con el trabajo de dos veterinarios de la Pecuaria, adaptando las instalaciones con laboratorios específicos y construyendo una sala anexa para la recogida de embriones. Inicialmente se utilizaron las vacas y novillas de las razas asturianas alojadas en el Centro, hasta que en 1991 se estabularon vacas de alto valor genético frisonas y asturianas en una nave remodelada, constituyendo la Unidad de Transferencia de Embriones (UTE).

De manera sencilla, la multiovlación y transferencia embrionaria (MOET) consiste en la estimulación del ovario de la hembra para que produzca un número mayor de ovocitos y luego ser fertilizada, natural o artificialmente, recuperando los embriones mediante lavado uterino. Los embriones recogidos pueden transferirse a hembras receptoras que llevarán la gestación a término, o someterse a procesos de conservación a bajas temperaturas, conocidos genéricamente como criopreservación, para ser utilizados con posterioridad.

Financiados por la Dirección General de Ganadería y Sanidad Animal y renovados anualmente, los programas reproductivos y de mejora de cada una de las razas bovinas del Principado de Asturias, contemplan como objetivo aprovechar y multiplicar, a través de la aplicación de las nuevas tecnologías reproductivas (inseminación artificial, transferencia de embriones, *ovum pick-up* y fecundación *in vitro*), el potencial genético de los individuos más sobresalientes de cada una de las razas bovinas consideradas. Como consecuencia, estos programas tratan de que en cada generación exista un mayor número de individuos de alto mérito genético capaz de actuar como progenitor de la siguiente generación.

En los momentos iniciales los esquemas de mejora se basaron en la importación de material genético procedente, primero de animales vivos para emplearlos como reproductores y que, posteriormente, fueron sustituidos por dosis seminales y embriones congelados, provenientes de países de alta especialización lechera. Esos embriones procedían del apareamiento de re-



productores, padres y madres, de alto valor genético, lo que encarecía su precio y eran transferidos por técnicos del Centro. Desde el año 1996, se suscribieron los convenios de colaboración con ASCOL, de modo que eran los ganaderos particulares los que aportaban las novillas receptoras. Desde ese año, el SERIDA, a través del Área de Selección y Reproducción Animal se encarga de su desarrollo, a través de diferentes programas.

A.1. PROGRAMA GÉNESIS PARA LA RAZA FRISONA:

Tiene como objetivo la obtención y selección de sementales jóvenes para el testaje y pretende, por medio de la utilización sistemática, racional y dirigida de las técnicas de superovulación y transferencia de embriones (MOET) y mediante el uso de las nuevas tecnologías reproductivas, como el *Ovum Pick-Up* (OPU) y la Fecundación *in vitro* (FIV) incrementar el potencial genético de la cabaña holstein frisona asturiana, actuando conjuntamente la Administración del Principado de Asturias, por medio de la Consejería de Medio Rural y Cohesión Territorial, a través del SERIDA y con la entidad cooperativa Asturiana de Control Lechero, ASCOL.

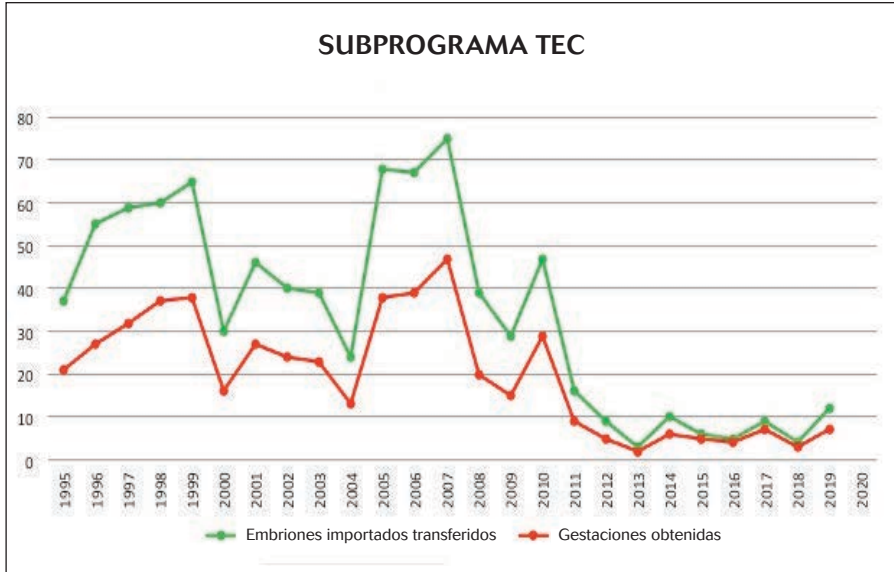


Figura 1. Embriones importados transferidos y gestaciones obtenidas entre 1995 y 2020 por el programa Génesis.



A.1.a. *Subprograma de Transferencia de Embriones Congelados (TEC)*: prevé la implantación anual de un número de embriones suficiente, procedente de vacas élite de EEUU, Europa y Canadá, para producir machos, que tras incorporarse al programa como sementales en el Centro de Selección y Reproducción de Cenero, se valoran en la red de control lechero. Igualmente, dicha actuación produce potenciales madres de futuros sementales que permanecen en propiedad del ganadero, bajo ciertas condiciones.

Fruto de la transferencia de dichos embriones, y con un porcentaje de éxito de gestación del 56,95%, han nacido 213 machos y 224 hembras en los últimos 25 años. Estos resultados son similares a los obtenidos a nivel mundial por los mejores grupos de transferencia embrionaria (Holm y col., 1998).

A.1.b. *Subprograma MONO (MOET-novillas) (Multiovulación y Transferencia de Embriones)*: tiene por objeto lograr la máxima difusión de los embriones producto de las novillas nacidas de la actuación TEC entre los ganaderos socios de ASCOL. La superovulación, lavado uterino y transferencia se realiza mediante equipos MOET privados autorizados.

En el desarrollo en los últimos 25 años, se han generado un total de 1.277 embriones viables, de los que 695 fueron congelados y 582 se transfirieron en fresco.

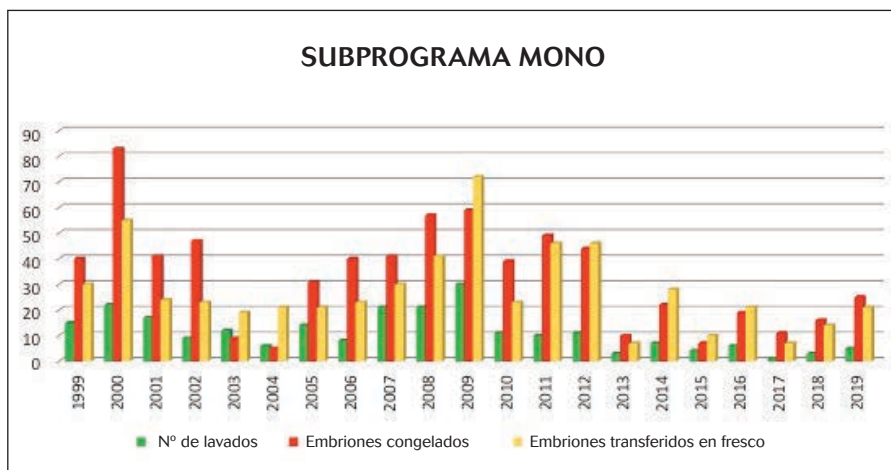


Figura 2. Actividad desarrollada en el subprograma MONO y transferencia de embriones entre 1999 y 2019.



A.1.c. *Subprograma FIV*: se trata de la obtención de embriones de vacas mediante el uso de nuevas biotecnologías reproductivas. Dentro de este subprograma cabe diferenciar dos actividades:

A.1.c.1. *Actividad de fertilización in vitro de ovocitos (FIVO)*. Incluye el aprovechamiento genético *post-mortem* de vacas que reúnan las condiciones apropiadas para ser madre de futuro semental, que deban ser sacrificadas, siempre y cuando el motivo del sacrificio no se deba al saneamiento ganadero o a enfermedad infecto-contagiosa que haga sospechar de la existencia de contaminación del material ovárico.

En el desarrollo de este subprograma, en coordinación con el Área de Genética y Reproducción Animal, trabajamos con 3 vacas de las que se aspiraron 76 ovocitos, que tras 7 días de cultivo, dieron lugar a 8 mórulas y blastocistos, vitrificándose 3 de ellos y transfiriendo 3 en fresco, dando lugar a 1 ternero.

A.1.c.2. *Actividad Ovum Pick-Up (OPU)*. El Ovum Pick-Up (OPU). Consiste en la recuperación de ovocitos de hembras vivas por punción transvaginal guiada ecográficamente. Los folículos se hacen visibles con ayuda de una sonda ecográfica introducida por vía vaginal, la cual incorpora una aguja de punción conectada a una bomba de vacío. La maduración, fecundación y cultivo *in vitro* de los ovocitos aspirados dará lugar a embriones, que pueden ser criopreservados o bien transferidos a hembras receptoras (Pieterse y col., 1991; Kruij y col., 1994; Looney y col., 1994; Hasler y col., 1995).

Tras consolidar su aplicación nuestro equipo logró la obtención de los primeros terneros nacidos en España por transferencia de embriones frescos y vitrificados producidos por OPU-FIV (Hidalgo y col., 2002).



"Pelayo", primer ternero nacido en España tras la aplicación de la técnica OPU-FIV.



Durante los últimos 20 años, y en el ámbito de diferentes proyectos de investigación, se han realizado más de 1.000 sesiones de OPU y obtenido en torno a 5.200 ovocitos que tras fecundación y transferencia (en fresco, o tras vitrificación/congelación), han permitido obtener importantes avances en la implementación de esta tecnología.

Por otro lado, esta técnica ha dado lugar al nacimiento de al menos, 7 terneros, procedentes de vacas de alto mérito genético de distintas explotaciones asturianas, a petición de ASCOL.

A.2. PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA DE LA RAZA ASTURIANA DE LOS VALLES:

El programa Asturet-Valles comenzó seleccionando las mejores vacas de la población de la raza en control de rendimiento cárnico. Su objetivo era y es multiplicar la descendencia de las vacas seleccionadas mediante técnicas de producción de embriones, tanto *in vitro*, como *in vivo*, y proporcionar un mayor número de animales disponibles para el testaje.

Por convenio con la Dirección General de Ganadería y Sanidad Animal, hasta 2010, ASEAVA compraba cada año 3 reproductoras de especial

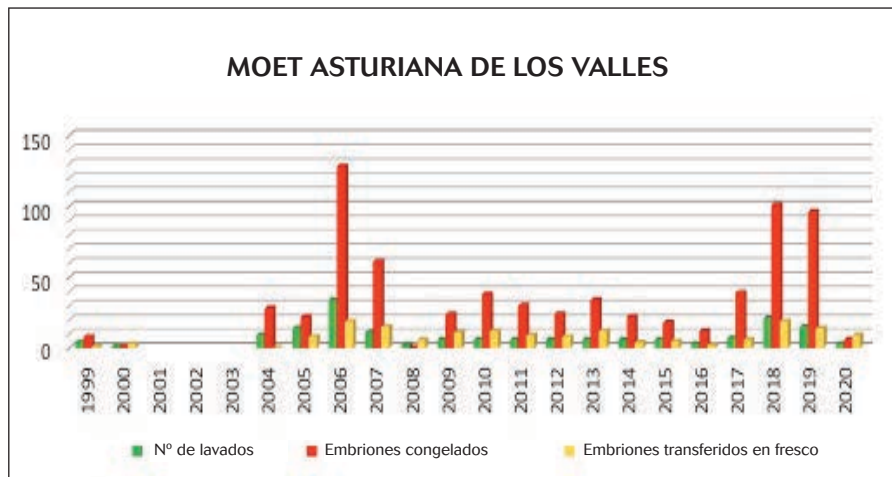


Figura 4. Actividad desarrollada en el programa de multiovlulación y transferencia embrionaria en asturiana de los valles entre 1999 y 2020.



mérito genético, que cedía para la producción embriones *in vivo*, producción de embriones *in vitro*, técnica OPU-FIV, obtención y congelación de ovocitos y aprovechamiento post-mortem (técnica FIV). Desde ese año hasta la actualidad, selecciona un número variable de donantes entre sus socios.

En los últimos 21 años, con la técnica MOET, se ha conseguido generar un total de 692 embriones congelados en los 166 lavados uterinos realizados, que han pasado a formar parte del banco de embriones de la raza.

Por otra parte, a petición de ASEAVA, hemos aplicado la técnica OPU-FIV a 13 vacas o novillas de alto mérito genético, realizándose 77 sesiones, obteniendo 646 ovocitos, que permitieron la transferencia de 78 embriones frescos y 25 embriones vitrificados, dando lugar a 28 y 10 gestaciones respectivamente.

A.3. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA RAZA ASTURIANA DE LA MONTAÑA:

El programa Asturet-Montaña comenzó seleccionando las mejores vacas de la población de la raza en control de rendimiento cárnico. Su objetivo era y es multiplicar la descendencia de las vacas seleccionadas mediante técnicas de producción de embriones, tanto *in vitro*, como *in vivo*, y proporcionar un mayor número de animales disponibles para el testaje.

Por convenio con la Dirección General de Ganadería y Sanidad Animal, y con la coordinación y supervisión que se realiza desde el SERIDA, ASEAMO compra cada año 3 reproductoras de especial mérito genético, que son cedidas y alojadas en las instalaciones del Centro de Biotecnología Animal, para responder a la demanda



Actividad MOET en el Centro de Biotecnología Animal de Deva (Gijón).



de la asociación para producción de embriones *in vivo*, producción de embriones *in vitro*, técnica OPU-FIV, obtención y congelación de ovocitos y aprovechamiento *post-mortem* (técnica FIV).

La técnica MOET generó 518 embriones congelados en los 146 lavados uterinos realizados a 26 vacas, tras su cruzamiento con un total de 32 machos, que han pasado a formar parte del banco de conservación de la raza.

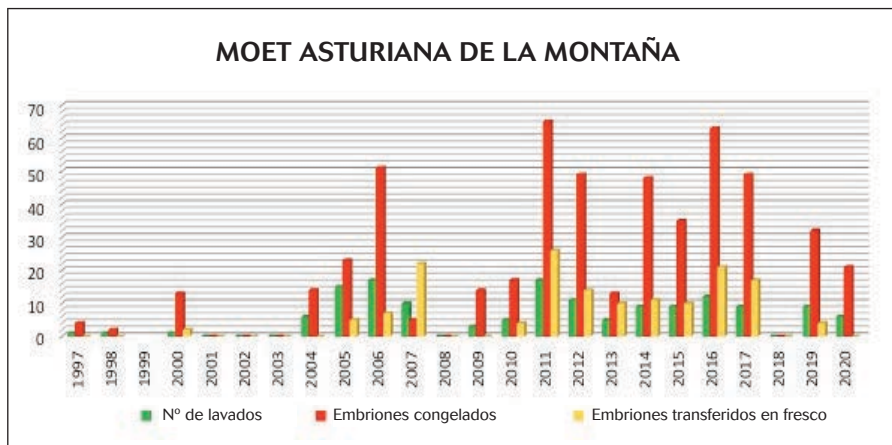


Figura 5. Actividad desarrollada en el programa de multiovulación y transferencia embrionaria en asturiana de la montaña entre 1999 y 2020.

LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DE MEJORA GENÉTICA

Uno de los objetivos más importantes de los programas de mejora genética es diseminar las características que poseen los animales genéticamente superiores (mejorantes) y, en el caso de los machos, esto se realiza por medio de la congelación del semen y la distribución de los gametos mediante la inseminación artificial. Entre las biotecnologías aplicadas a la reproducción, la inseminación artificial (IA) ha demostrado ser la herramienta más exitosa para la mejora genética de los animales de importancia zootécnica, especialmente en la industria bovina (Vishwanath, 2000).

Desde que Spallanzani en 1779 inseminara con éxito una perra, hecho considerado como el origen científico de la inseminación artificial, en adelante (IA), la técnica ha experimentado una constante evolución hasta el



punto de ser considerada uno de los avances tecnológicos en economía agropecuaria más importantes llevado a cabo en la segunda mitad del siglo pasado. Entre los acontecimientos científico-técnicos más relevantes que han propiciado la expansión de la IA en los animales domésticos están, el desarrollo y utilización en 1914 de la vagina artificial por el científico italiano Amantea (Perry, 1968), el desarrollo de los primeros medios nutritivos para diluir y conservar los eyaculados, la utilización del glicerol como crioprotector espermático y las primeras publicaciones realizadas por Ivanoff a principios de siglo en las que se describía la utilización de la IA en producción animal y su aplicación como terapia de infertilidad en la especie humana (revisado por Watson, 2000).

Actualmente, la técnica de la IA permite, en producción animal, racionalizar y rentabilizar el uso de los reproductores, así como mejorar la calidad de dicha producción, además de favorecer el control de enfermedades de transmisión sexual. Para su implantación ha sido necesario adecuar todos y cada uno de los pasos de la técnica a las características productivas de cada especie y a las condiciones fisiológicas de los reproductores.

Esta práctica presenta muchas ventajas:

- Posibilita la mejora genética, toda vez que incrementa el empleo de toros genéticamente superiores (seleccionados sobre la base de una estimación fiable de su valor reproductivo), lo que puede tener un beneficio directo sobre la producción de la progenie resultante y a más largo plazo sobre la producción de las generaciones futuras, si esos programas se continúan.
- Permite un fácil transporte del material genético, ya que resulta mucho más barato transportar semen que transportar animales y, de esta forma, se evita el riesgo de extender posibles enfermedades. La IA ha posibilitado la importación de nuevos genes, procedentes de otros continentes, a países que no permiten la entrada de animales vivos.
- Permite almacenar durante años, mediante congelación, el semen procedente de animales valiosos, incluso después de su muerte. Los bancos de semen se pueden utilizar también para conservar semen control en los programas de selección a largo plazo. En este caso, el semen se conserva para su uso futuro, con lo que los animales nacidos después de varios años de selección se pueden comparar con los animales básicos como monitores de los progresos genéticos.



Tabla 1. Principales hitos en la historia de la inseminación artificial (modificado de Foote y col., 1999)

Año	Descripción del evento - Historia temprana
1677	Leeuwenhoek descubrió el espermatozoide.
1780	Spallanzani inseminó con éxito una perra.
1799	Hunter usó la IA en una mujer.
1803	Spallanzani observó que el enfriamiento de los espermatozoides no los mataba.
1899	Ivanoff comenzó la organización de la investigación en IA en Rusia.
1902	Sand recomendó la IA en Dinamarca, pero no comenzó ningún programa.
1912	Ishikawa organizó la investigación en IA en Japón.
1914	Amantea inventó la primera vagina artificial para su uso en perros.
1930s	Comenzó la IA organizada en Dinamarca y EE.UU. y rápidamente se extendió.
	Eventos en el desarrollo de la IA en ganado bovino ^a
1937	Los daneses establecieron la inseminación retrovaginal, reduciendo los espermatozoides requeridos.
1940	Phillips desarrolló el diluyente con tampón fosfato y yema de huevo para preservar el semen bovino.
1941	Salisbury y otros colaboradores desarrollaron el diluyente con tampón citrato y yema de huevo para preservar el semen bovino.
1948	Almquist y Foote describieron independientemente el valor de los antibióticos en los diluyentes seminales para controlar los microorganismos e incrementar la fertilidad.
1949	Polge y sus colaboradores descubrieron los efectos protectores del glicerol en la congelación del semen
1950s	Henderson y Robertson desarrollaron herramientas importantes para el testaje de la progenie.
1954	Waterloo (Canadá) fue la primera organización que usó semen congelado al 100%.
1957	El American Breeders Service desarrolló tanques de nitrógeno líquido para el servicio del semen congelado.
1963	Davis y sus colaboradores desarrollaron el diluyente con tampón Tris, yema de huevo y glicerol para semen fresco y congelado, usado después para muchas especies.
1970	La IA se usó comercialmente para vacas superovuladas y transferencia de embriones, siendo el origen para muchas estrategias reproductivas.
1990s	La técnica del sexaje de semen fue desarrollada en el año 1992 por el Dr. Johnson en el USDA Betsville Agricultural Research Center.



- Ha facilitado la operación de producción cooperativa, y el uso de esquemas de sementales de referencia, por cuanto los mejores sementales, de esta forma, pueden mantenerse en los centros de reproducción desde los cuales se envía el semen a las ganaderías.
- Ofrece una capacidad de maniobra en el espacio y en el tiempo prácticamente ilimitada. Evita los problemas de importación y cuarentena de los animales, permite disponer de semen independientemente de la estacionalidad sexual, asegura la utilización de los sementales y asegura su vida biológica (Watson, 1995).
- Aumenta la eficacia reproductora, debido a que los toros subfértiles pueden identificarse y ser apartados de la ganadería. La IA puede asegurar el que se inseminen todas las hembras, evitándose así problemas relacionados con las preferencias macho-hembra que a menudo se manifiestan en algunos celos.
- Permite la reducción del número de machos presentes en los rebaños. Los pequeños ganaderos no precisan mantener sementales de alto valor en sus explotaciones siempre que puedan obtener el semen de otros lugares.
- Facilita la prevención y el control de enfermedades al eliminar el contacto directo macho-hembra.
- Posibilita la reproducción de machos de alto valor genético, y que, por diversas lesiones, o razones de edad, no puedan ser utilizados en la monta natural.

No obstante, también la técnica presenta algunas limitaciones que pueden afectar de manera importante a los resultados, de orden fisiológico, económico o de manejo.

- Limitaciones fisiológicas: la expresión del celo, su duración y el momento del día en que la vaca lo manifiesta, condicionan la tasa de detección del estro, incidiendo negativamente sobre el índice de concepción, pudiendo este ser menor que el obtenido en la monta natural.
- Limitaciones de personal: el uso de la IA requiere de técnicos y/o personal especializado, que interprete adecuadamente el comportamiento de la vaca en celo, maneje herramientas de ayuda para la



detección, esté capacitado como inseminador y sea capaz de llevar registros adecuados.

- Limitaciones económicas: es necesaria una inversión inicial en el tanque para conservación del semen, dosis de semen e instalaciones mínimas.
- Limitaciones de manejo: puede potenciar la aparición de taras por el uso de reproductores defectuosos o de baja puntuación. Además, podría contribuir, de modo no deseado, a la diseminación de enfermedades (no ha ocurrido hasta la fecha, pero es posible) si el toro donante estuviera infectado.

PROGRAMA DE PRODUCCIÓN DE DOSIS BOVINAS CONGELADAS PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Más de 150 millones de hembras bovinas son anualmente inseminadas artificialmente con semen criopreservado en todo el mundo. Para poder conseguir una elevada fertilidad con la IA es importante disponer de semen de alta calidad, buena habilidad del inseminador, una adecuada descongelación de la pajueta, vacas saludables y realizar la inseminación en el momento adecuado del ciclo estral (López-Gatius, 2012).

En Asturias, según los últimos datos recogidos por la Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales, SADEI, en el año 2018 había un total de 15.974 explotaciones bovinas, en las que se sumaban 412.804 cabezas de ganado vacuno (con una media de 25,8 animales por explotación). Prácticamente la mitad de las ganaderías existentes, un 48,8%, tienen ganado de raza asturiana de los valles, el 27,5% son frisonas, el 6,6% de raza asturiana de la montaña, tan sólo un 0,5% de raza parda alpina y las restantes, un 16,5%, explotan bovinos cruzados y de otras razas diferentes a las citadas. En ese mismo año la producción de leche fue de 566.397 toneladas, mientras que la de carne fue de 15.396 toneladas. Esto supone que en los últimos 30 años en Asturias han desaparecido el 65% de las explotaciones bovinas, pero a pesar de esa disminución en el número de ganaderías, éstas han aumentado su tamaño, manteniendo la producción de leche y de carne.

Según los datos facilitados por ASCOL, en la práctica totalidad de las explotaciones bovinas de leche se emplea la IA, independientemente del



nivel de producción de las mismas. En el caso de las explotaciones de bovino de carne en Asturias, el uso de la IA ha sufrido un notable descenso en los últimos 20 años, pasando de un 40% a aproximadamente un 16% (datos facilitados por ASEAVA).

En el CENSYRA de Somió tanto las instalaciones, como el equipamiento, se fueron adaptando al desarrollo de la inseminación artificial, en sus inicios con semen refrigerado y, más adelante, con la congelación espermática. Esta última se contempla por primera vez en el Decreto 2499/1971, donde se define a los CENSYRA como centros productores y distribuidores en exclusiva de semen congelado y, posteriormente, se amplía a las actividades de almacenamiento, conservación y suministro a otros establecimientos pecuarios. De este modo, en el centro de Somió recayó el control de todas las dosis seminales servidas, el control del material criogénico y de aplicación cedido a los servicios veterinarios y la tramitación de los cargos por todos los suministros, tanto de dosis seminales, como de nitrógeno líquido, según la tasa o precio público vigente en cada momento.

Este modelo de gestión se mantuvo hasta el año 1988, cuando la Administración del Principado de Asturias, mediante los convenios suscritos con las asociaciones de criadores, les cedió la comercialización de las dosis producidas por sus sementales, usando los medios del centro, a cambio del pago de una tasa por la asistencia técnica para cubrir los costes generados. Las tres asociaciones, ASCOL, ASEAVA y ASEAMO, crean en 1993 la entidad mercantil ASTURGEN, que se encarga actualmente de la comercialización de material genético.

Un requisito indispensable para el desarrollo de esta biotecnología es que el semen utilizado mantenga su capacidad de fertilidad después de haber sido criopreservado. Este es un punto de suma importancia, debido a que un pequeño número de toros seleccionados es utilizado para inseminar una extensa población de hembras, con lo que los fallos en la selección de estos sementales tendrían como consecuencia importantes pérdidas económicas. Así, el conocimiento de la fertilidad o de la capacidad fecundante de cada toro se convierte en uno de los principales problemas en la producción de semen bovino. De una cuidadosa valoración de la fertilidad dependerá la utilización futura del material seminal y el grado de aprovechamiento de los eyaculados obtenidos a lo largo de su vida reproductiva, esto es, las dosis producidas por eyaculado, en función



del número de espermatozoides viables y, en definitiva, su mayor o menor rentabilidad.

Debido a la dificultad habitual en el diagnóstico clínico de la gestación en las vacas distribuidas en una amplia población de ganaderías, los centros de producción de semen calculan la tasa de fertilidad de los toros mediante la valoración *in vitro* de los eyaculados y a través de la determinación de la tasa de no retorno (TNR). La TNR se obtiene a partir de la distribución de 800-1000 dosis de un semental joven, al que se le contabiliza la proporción de hembras servidas (inseminadas) con su semen que no retornaron en celo, según distintos autores, entre 56 días, 60 días, 90 días, incluso TNR a los 150-180 días de la primera inseminación (Zhang, 1998). A pesar de que este procedimiento es seguro, requiere de mucho tiempo y resulta muy costoso, pues impone una fuerte inversión en los centros de producción de semen y un buen manejo de los celos en los rebaños. Las TNR varían ampliamente de un sistema de manejo y de un centro de IA a otro, de ahí que la interpretación de los resultados requiere un amplio conocimiento del sistema y de los procedimientos de manejo utilizados. Las TNR deberían corregirse para el inseminador, el momento de la inseminación, la categoría de hembra seleccionada, la estación del año, el área geográfica, días postparto, momento y número de inseminaciones, condición corporal y otros aspectos, para intentar con ello minimizar la influencia de factores externos. De ahí, el interés de la industria y de los especialistas en desarrollar métodos simples y fiables de valoración *in vitro* que se puedan utilizar para determinar la capacidad fecundante del semen bovino. Así pues, una prueba *in vitro* que permita determinar la fertilidad de un toro y que pudiera sustituir las pruebas de fertilidad *in vivo* sería muy beneficiosa para los programas de IA.

El análisis de semen ideal sería aquel que de forma sencilla y eficaz permitiera predecir la capacidad fecundante de un eyaculado concreto. Los estudios actuales sobre contrastación seminal persiguen como objetivo final identificar algún parámetro cinético, morfológico o bioquímico que indique el estado de la célula espermática en un momento dado y que, al mismo tiempo, pueda ser correlacionado con la fertilidad y calidad del eyaculado. No hay que olvidar que el objetivo del examen cualitativo del semen es asegurar que su fertilidad subsiguiente sea óptima. Sin embargo, las técnicas de contrastación del semen, tanto por su utilización en investigación, y especialmente en la rutina de producción, deben ser precisas, sencillas, rápidas y económicas.



En cuanto a la actual organización, en el año 2007 comenzó el traslado de los toros desde Somió al nuevo Centro de Selección y Reproducción de Cenero (Gijón), comenzándose el trabajo de manera efectiva en el mismo a principios del año 2008. Lo anterior obligó a establecer un nuevo marco de colaboración entre el SERIDA y las asociaciones, plasmado en el Acuerdo del 8 de enero de 2008 y renovado el 15 de febrero de 2019, que permitiera una adecuada regulación de las responsabilidades para una mejor eficiencia en la gestión de los medios públicos. De este modo, el Área de Selección y Reproducción Animal continúa siendo responsable de la elaboración de las dosis seminales bovinas congeladas para las asociaciones ganaderas, con todas las tareas que ello precisa: colecta y procesamiento de semen hasta su inclusión en el banco de almacenamiento de dosis, evaluación de la calidad seminal, limpieza y esterilización de material, limpieza de la zona de saltos, preparación de medios, desarrollando también actividades de investigación (Tamargo y col., 2019) entre otras.

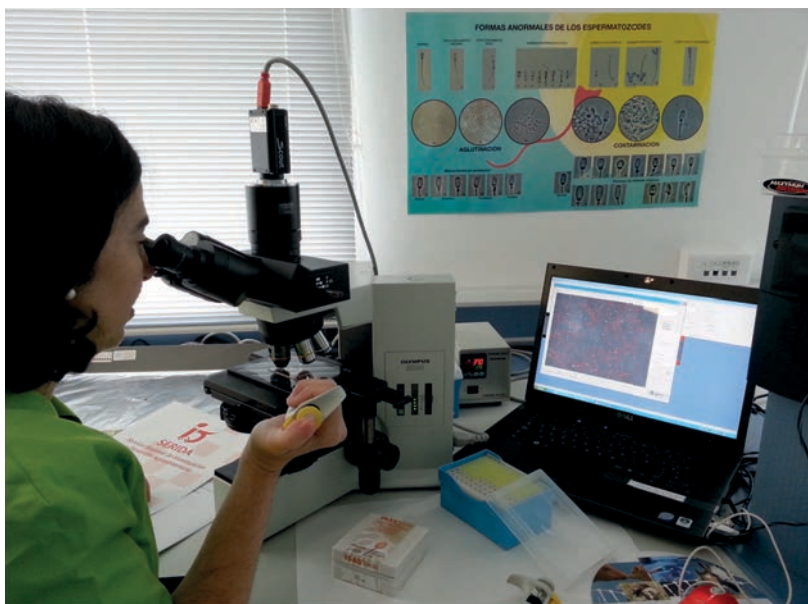


Vista aérea del Centro de Selección y Reproducción de Cenero
(foto cedida por ASTURGEN S.L.)

Entre todo lo citado anteriormente, cabe destacar la importancia de las pruebas de calidad seminal realizadas a las dosis tras su descongelación, como paso definitivo previo a su comercialización y utilización (Hidalgo y col, 2005). En concreto, se realizan análisis de:



- a) Motilidad, tanto de modo subjetivo, por la estimación microscópica del porcentaje de espermatozoides móviles y la calidad de su movimiento, como de modo objetivo, mediante el uso de equipos de análisis computerizado de imágenes (CASA, del inglés Computer Assisted System Analyzer), que aportan 21 parámetros del movimiento espermático. La motilidad es uno de los parámetros más importantes de la analítica seminal.



Evaluación de la motilidad espermática con el uso de un sistema CASA.

- b) Evaluación de morfoanomalías y estado del acrosoma. La valoración de la morfología del espermatozoide se basa en la relación directa que hay entre la proporción de espermatozoides anormales en el eyaculado, el tipo de defecto morfológico y su relación con la fertilidad *in vivo* de los toros. Dicha evaluación puede dar lugar a la eliminación de toros con una pobre calidad seminal, ya que puede reflejar la funcionalidad de los testículos, epidídimos y glándulas accesorias. El acrosoma juega un papel fundamental en la fecundación, con lo que la evaluación de su estado es también determinante.

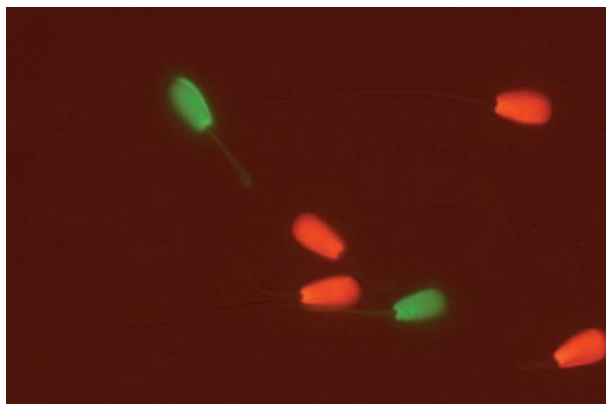


Evaluación de la morfología espermática y acrosomal mediante óptica de Nomarski o de contraste interdifereencial (DIC, del inglés Differential Interference Contrast).

- c) Funcionalidad e integridad de la membrana plasmática del espermatozoide. La criopreservación seminal da lugar a daños irreversibles en la membrana plasmática del espermatozoide, afectando a su viabilidad. Existen diferentes técnicas para evaluar dicho daño, entre las cuales se encuentran las tinciones supravitales, como la eosina/nigrosina o tinciones fluorescentes, como el SYBR-14/ioduro de propidio, entre otras.



Determinación de viabilidad en espermatozoides bovinos mediante eosina/nigrosina (izquierda en blanco espermatozoide viable; derecha en morado, no viable).



Determinación de viabilidad en espermatozoides bovinos teñidos con SYBR-14 y ioduro de propidio mediante microscopía de fluorescencia (verdes, viables; rojos, no viables).

Además de todo lo anterior, contamos con la posibilidad de utilizar una herramienta de trabajo consolidada en el estudio de las poblaciones celulares, como es el citómetro de flujo. La citometría de flujo es una técnica que permite identificar, cuantificar y separar las distintas subpoblaciones celulares presentes en una muestra de células en suspensión, en función de los distintos patrones de tinción adquiridos tras el marcaje con diferentes colorantes fluorescentes, que se unen a estructuras celulares específicas o se acumulan selectivamente en compartimentos intracelulares. A lo largo de las dos últimas décadas, la citometría de flujo se ha convertido en una herramienta de gran utilidad para la investigación de poblaciones espermáticas. Se han desarrollado muchos métodos de tinción y combinaciones de fluorocromos, se han comercializado muchos fluorógenos nuevos, que permiten analizar una gran variedad de funciones espermáticas, y como resultado, hoy en día, el uso de esta técnica ofrece la posibilidad de analizar múltiples características espermáticas, simultáneamente en la misma muestra de semen, de una forma rápida, precisa y objetiva.

Todo ello ha venido garantizando que las dosis seminales comercializadas desde el Centro de Selección y Reproducción de Cenero actualmente y, antes desde el CENSYRA de Somió, gocen del máximo *estatus* de calidad en el mercado.



La actividad en los últimos 25 años del programa de producción de semen de las razas frisona, asturiana de los valles y asturiana de la montaña se recoge en la figura 6. Debe considerarse que el número de toros para la colecta de semen de cada raza ha ido variando a lo largo de los años, partiendo en el año 1995 de un total de 26 toros frisones, 21 asturianos de los valles y 2 asturianos de la montaña, y habiéndose duplicado en los últimos años el número de sementales frisones, mientras que los de asturiana de los valles se mantienen alrededor de los 20 y, en el caso de asturiano de la montaña, se continúan congelando dosis seminales para conservación de 2 o 3 toros al año.

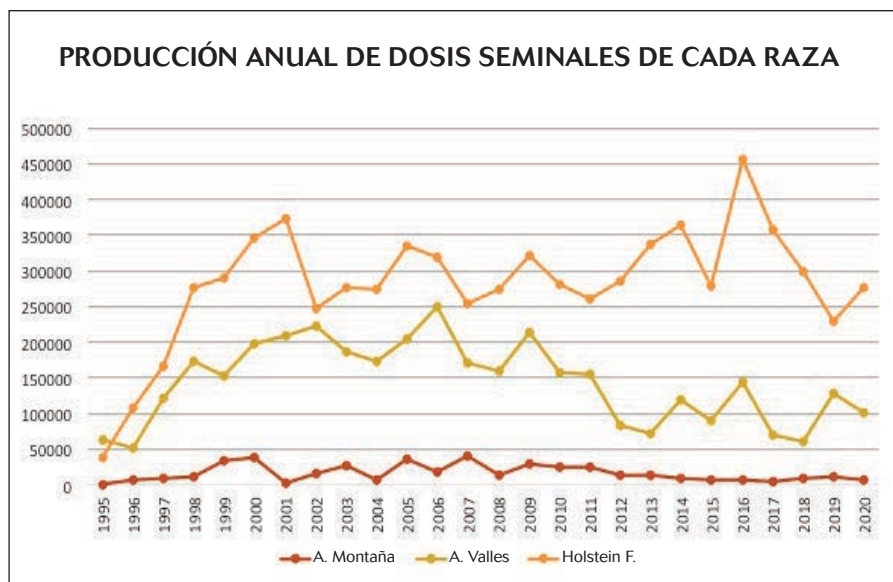


Figura 6. Producción anual de dosis bovinas seminales congeladas por cada raza entre 1995 y 2020.

Hasta hace unos años, todo lo que sabíamos sobre el potencial genético de un toro joven era el promedio de los caracteres que pudieran transmitir su padre y su madre. De este modo, había que esperar hasta 5 años, en las razas de aptitud lechera, para poder conocer los datos de las primeras lactaciones de las hijas de esos toros y ver cómo habían transmitido los caracteres que interesan a su descendencia. En los últimos años, gracias a la



genómica, podemos predecir mucho antes el mérito genético de los toros jóvenes con un nivel de confianza mucho mayor, especialmente en el caso de la raza frisona en la que el tamaño de la población es mucho mayor, que con el uso de los promedios tradicionales de sus padres. “Toros genómicos” son aquellos animales a los que se les realiza un análisis de miles de marcadores de ADN, que se comparan con los perfiles de los marcadores de miles de toros y vacas con millones de crías con valores reconocidos en los diversos rasgos de interés. Esto permite una estimación de valores genéticos de un animal basada en asociaciones entre los perfiles de los marcadores ADN y el rendimiento en leche, valor de células somáticas, vida productiva y otros rasgos importantes. La evaluación también considera la información de los padres o del pedigrí, y puede incluir además información de la progenie o, para las hembras, información sobre su producción.

PRINCIPALES HITOS EN LOS PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA BOVINA EN ASTURIAS

El desarrollo de los programas, además, ha permitido que en los últimos años algunos de los toros del Centro de Cenero se sitúen a la cabeza de diversas clasificaciones, como la clasificación nacional por índice ICO (índice realizado por un Organismo dependiente del MAPA), entre los que vamos a destacar los siguientes:

PICARD: este semental fue nº 1 de España por ICO en enero de 2005 y nº 2 de la lista internacional de toros con prueba en España en esa misma fecha.

VALDES: nº 1 en ICO en España en julio de 2003.

AMBER: fue uno de los primeros toros nacidos fruto del programa TEC (de transferencia de embriones congelados) y se colocó como nº 1 en tipo de España en enero de 2004.

NICOL: ocupó la primera plaza del ranking nacional por ICO en julio del 2006.

ALINO: fue el toro nº 1 de España por ICO en las valoraciones genéticas de CONAFE (Confederación de Asociaciones de Frisona Española) en julio del 2007. Este toro fue el primero en ser exportado masivamente desde nuestro centro a diversos países del mundo.



WONDER: podemos decir que con él entramos en Asturias en la “era genómica”, pues fue el primer toro genómico que se vendió en España y uno de los primeros de Europa, en el año 2010. Su legado fue impresionante, con más de 5.000 hijas distribuidas por todo el mundo.

YORICK: alcanzó el nº 1 en tipo del mundo en diciembre del 2010 como toro genómico y fue nº 1 en conformación en Canadá en agosto del 2016 ya como toro probado.

BAILY CHEN: actualmente es el nº 2 de los toros probados por tipo de la raza y el nº 1 de España en tipo de los toros probados.

JACOT RED: uno de los toros más laureados en la historia del holstein rojo. Las mejores vacas rojas de la raza tienen hijas con este semental. Hijas suyas han ganado sus secciones en los concursos más importantes de la raza como WorldDairy Expo de USA, Royal Winter Fair de Canadá o Swiss Expo de Suiza.

NACIO-P: este toro, portador del gen “Polled”, fue el nº 1 en conformación de los “toros Polled” en Canadá en diciembre de 2018.

BALTAZAR: este toro ocupó el primer puesto del ranking escandinavo en el año 2018. Es la primera vez que un toro de un centro español logra ser top en este índice.

BABYLONE: en enero de 2018 este toro alcanza el top 5 del ranking polaco, siendo otro logro importante para un semental de nuestro centro.

EMILIO: su semen fue vendido a más de 20 países, fue el nº 1 en tipo del mundo en abril del año 2016. Su popularidad continúa creciendo como uno de los toros con alto tipo y positivos en leche dentro de la raza holstein.

SIMAX: actual toro nº 2 del ranking holandés y fue durante todo el año 2019 el nº 1.



Toro frisón "Emilio" (foto cedida por ASCOL).

En Asturias hemos alcanzado un alto grado de desarrollo de las actuaciones de mejora genética en bovino, gracias al establecimiento de entidades asociativas como ASCOL, ASEAVA y ASEAMO, que agrupan los esfuerzos de los ganaderos, el apoyo de las administraciones públicas y la existencia de organismos de servicios e investigación, como el SERIDA, de sobrada experiencia y competencia. Es preciso que en la labor de la mejora genética participe un mayor número de ganaderos del total de explotaciones existentes en nuestra comunidad autónoma. Para ello, se debe incentivar su participación en los programas de mejora genética a través de actuaciones de divulgación de los resultados obtenidos de una forma comprensible, valorizando la genética selecta y con el trato diferencial por parte de las administraciones públicas a los ganaderos que se acojan a los mismos.

La selección genómica es la técnica que va a marcar el futuro de estos programas a nivel mundial, y deberá incorporarse a los programas de selección clásicos, lo que requerirá de la máxima colaboración posible entre asociaciones de criadores, expertos y administración.



BIBLIOGRAFÍA

- Cima M. La Estación Pecuaria Regional de Asturias (Somió, Gijón): 1933-2005. Manuel Cima García. Ediciones Trea. Marzo, 2007.
- Foote R. 1999. Artificial insemination from the origins up to today. Proceedings of the International Symposium "From the first artificial insemination to the modern reproduction biotechnologies".
- Hasler, J. F., W.B. Henderson, P. J. Hurtgen, Z. Q. Jin, A. D. Mc Cauley, S. A. Mower, B. Neely, L. S. Shuey, J. A. Stokes and S. A. Trimmer. 1995. Production, freezing and transfer of bovine IVF embryos and subsequent calving results. *Theriogenology*, 43: 141-152.
- Hidalgo C. O., Fernández I., Duque P., Facal N., Prendes J. M., Menéndez J., Gómez E., Prieto L., Díez C. 2002. *Archivos de Zootecnia* 51: 411-422.
- Hidalgo C. O., Tamargo C., Díez C. 2005. Análisis de semen bovino. *Tecnología Agroalimentaria, Boletín informativo del SERIDA*, 2: 39-43.
- Holm P., Callesen H. *In vitro* versus *in vivo* produced bovine ova: similarities and different relevant for practical application. 1998. *Reproduction, Nutrition and Development*, 38: 579-594.
- Kruij, T., R. Boni, Y.A. Wurth, M.W.M. Roelofsen and M.C. Pieterse. 1994. Potential use of ovum pick-up for embryo production and breeding in cattle. *Theriogenology*, 42: 675-684.
- Looney, C.R., B.R. Lindsey, C.L. Gonseth and D.L. Johnson. 1994. Commercial aspects of oocyte retrieval and *in vitro* fertilization (IVF) for embryo production in problem cows. *Theriogenology*, 41: 62-72.
- López-Gatius, F. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. 2012. *Theriogenology*, 77: 1029-1041.
- Moreno Fernández-Caparrós L., Pérez García T. 1998. Datos para la historia de la inseminación artificial y la mejora ganadera española. *Medicina Veterinaria*, vol. 15, nº 4. Pag 246-252.
- Perry E. J. (ed.). 1968. *The Artificial Insemination of Farm Animals*. 4th ed. Rutgers University Press, New Brunswick, N. J.
- Pieterse, M. C., P. Vos, T. Kruij, Y. A. Wurth, T. Beneden, A. H. Willemse and M. A. M. Taverne. 1991. Transvaginal ultrasound guided follicular aspiration of bovine oocytes. *Theriogenology*, 35: 401-413.



- Sánchez Murillo J.M. Antecedentes y creación de los laboratorios pecuarios regionales en España (segunda parte). Junio, 2010. Información veterinaria, nº 6, pag. 23-25.
- Tamargo C., Hidalgo C. O., Caamaño J. N., Salman A., Fueyo C., Arija C., Fernández Á., Merino M. J., Martínez-Pastor F. Assessment of a germplasm bank for the autochthonous cattle breed Asturiana de la Montaña: extender (Biociphos vs Bioxcell) affected sperm quality but not field fertility. *Reproduction in Domestic Animals* 2019; 54: 90-93.
- Vishwanath R., Shannon P. 2000. Storage of bovine semen in liquid and frozen state. *Animal Reproduction Science* 62: 23-53.
- Watson, P. 1995. Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reprod. Fertil. Dev.*, 7:871-891.
- Watson P.F. 2000. The causes of reduced fertility with cryopreserved semen. *Animal Reproduction Science* 60-61, 481-492.
- Zhang B.R., Larsson, B., Lundeheim, N., Rodríguez-Martínez, H., 1998. Sperm characteristics and zona pellucida binding in relation to field fertility of frozen-thawed semen from Dairy AI Bulls. *Int. J. Androl.* 21, 207-216.



GOBIERNO DEL
PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE MEDIO RURAL
Y COHESIÓN TERRITORIAL



SERIDA

Servicio Regional de Investigación
y Desarrollo Agroalimentario