



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Instituto Nacional de
Investación y Tecnología Agraria
Departamento de
Mejora Genética Animal

INFORME SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA DE LAS RAZAS BOVINAS AUTÓCTONAS DE APTITUD CÁRNICA, CON EL OBJETO DE EVALUAR LA APLICACIÓN DE LA SELECCIÓN GENOMICA.

Clara Díaz Martín

**Científico Titular de OPIS
Departamento de Mejora Genética Animal
INIA**

Resumen Ejecutivo

- La incorporación de la información genómica a los programas de bovino de aptitud cárnica se espera que tenga un impacto positivo en los mismos, en gran medida, por la utilización del parentesco realizado, es decir el obtenido a partir de la utilización de la información genómica que permite ponderar de manera más precisa la información de los parientes. Sin embargo dicho beneficio requiere de estructuras de obtención de datos bien implantadas, de ganaderos que perciban las herramientas genéticas-genómicas como elementos útiles en la toma de decisiones, de la capacidad de obtener la mayor información posible a partir de los genotipados, del desarrollo de un lenguaje común y de una disponibilidad de material genético real o potencial que permita el genotipado inicial y de desarrollo a medio plazo.
- Para realizar este estudio se creó un grupo de trabajo constituido por representantes de las asociaciones de ganaderos: AGRUGA, ACRE, AECRANI, ARAPARDA, ASEAVA, CONASPI, FERPAM y MORUCHA, sus genetistas, personal del MAPA y sus asesores así como dos investigadores del INIA. Este grupo de trabajo se ha reunido varias veces durante este periodo de la encomienda para la realización de un DAFO de los controles de rendimientos, ponderación de los factores de los mismos, el análisis de la situación de dichos controles de rendimientos, identificación de nuevos fenotipos, discusión de los criterios para genotipar animales y armonización de las valoraciones. También se realizó una encuesta para evaluar la percepción de los ganaderos hacia las herramientas genéticas-genómicas.
- Los resultados obtenidos nos permiten concluir que:
 - Los controles de rendimientos están bien implantados en todas las asociaciones, sin embargo necesitan encontrar vías de estímulo para que los ganaderos participen más activamente.
 - Se identifican dos tipos de asociaciones distintas. Por un lado están las que recogen la mayor parte de la información en torno al nacimiento, y por otro, las que dicha información se obtiene a partir del destete y fases posteriores. Es el destete el elemento mayoritariamente común entre ambos grupos.
 - La ausencia de un sistema de precios en función de la calidad de canal y de carne así como la reducción de estímulos económicos que permita dar continuidad a los controles de rendimientos se han identificado como grandes amenazas. El desarrollo de sistemas integrados de producción se vislumbra como una estrategia para poder obtener una mayor cantidad y calidad de información. La incorporación de herramientas móviles que permitan al ganadero gestionar datos y disponer de



información en tiempo real podría permitir una mayor adquisición de datos y también una mayor conciencia de participación.

- La actitud general de los ganaderos respecto a la mejora genética y genómica (selección que hace uso de evaluaciones genéticas y/o genómicas) es manifiestamente positiva. La mayoría de los ganaderos considera que los valores genéticos y genómicos y los índices de selección son herramientas útiles para aumentar el rendimiento de los animales y que deben aprovecharse las oportunidades que las nuevas herramientas genómicas ofrecen. Sin embargo, la apariencia externa de los animales es un criterio de selección de importancia incluso para aquellos ganaderos que manifiestan una actitud negativa hacia la mejora tradicional. Esto podría reflejar que incluso los ganaderos que dan gran importancia a los valores genéticos, necesitan ver la apariencia externa del animal para confirmarlos y/o para asegurarse que no existen defectos de importancia.
- Se ha hecho evidente la necesidad de realizar una intensa labor de formación sobre los principios de la mejora genética y de la utilización de las herramientas genéticas tanto de los ganaderos como de todos los profesionales que de alguna manera puedan influir en sus decisiones.
- Se han definido el intervalo entre partos (IP) y los días al parto (DAP) para su futura inclusión en la evaluación genética-genómica de fertilidad; por otro lado, se han definido tres caracteres, duración de la vida real (DVR), número de partos (NPS) y duración de la vida productiva (DVP) para su futura inclusión en la evaluación de longevidad funcional. Por último, se han recogido dos propuestas para seguir avanzando en el establecimiento de un sistema de calificación lineal en las diversas razas.
- Existen elementos dentro de nuestros sistemas de valoración genética que permitirían alcanzar la convergencia en los elementos de comunicación de las valoraciones genéticas a los ganaderos, sin cambios muy drásticos, que podrían justificarse en este proceso de evolución hacia la integración de la información genómica en los programas de mejora. Para ello es necesario desarrollar una terminología común y acordar la información que debería contener la relación de reproductores y las herramientas que asisten a la selección si queremos que los ganaderos obtengan el máximo rendimiento de dichas herramientas.

El estudio sobre el número de muestras disponibles y/o posibles, tanto en reproductores como en reproductoras, a la vez que el número de candidatos ha puesto de manifiesto que las asociaciones de vacuno de carne autóctono están en disposición de abordar la incorporación de la información genómica en sus programas de selección. Esta información, en caso de ser necesaria, permitirá implementar estrategias de control de variabilidad genética mediante el método de contribuciones óptimas lo que permite de forma conjunta obtener respuesta a la selección y controlar la variabilidad de forma óptima.



RESUMEN EJECUTIVO	2
INTRODUCCION	6
LITERATURA CITADA	8
1.- SITUACION ACTUAL DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA	9
1.1. – DATOS GENERADOS POR EL CONTROL DE RENDIMIENTOS	9
OBJETIVO	9
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	9
RESULTADOS	10
CONCLUSIONES	18
1.2. – ANÁLISIS DAFO DE LAS ACTIVIDADES LIGADAS AL CONTROL DE RENDIMIENTOS	20
OBJETIVO	20
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	20
RESULTADOS	21
CONCLUSIONES	32
LITERATURA CITADA	33
1.3. – ANÁLISIS DE LAS ACTITUDES DE LOS GANADEROS HACIA LAS HERRAMIENTAS GENÉTICAS- GENÓMICAS.	34
OBJETIVO	34
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	34
RESULTADOS	35
ACTITUD RESPECTO A ASPECTOS CONCRETOS DESCRITOS EN LA ENCUESTA	35
PARADIGMAS ACTITUDINALES	43
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE REPRODUCTORES	45
RELACIÓN ENTRE LA ACTITUD DE LOS GANADEROS Y FACTORES TÉCNICOS DE SU GANADERÍA.	51
CONCLUSIONES	51
LITERATURA CITADA	52
1.4. – CUESTIONARIO ICAR PARA EL ANÁLISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS LIGADOS AL DESARROLLO DE LOS ESQUEMAS DE SELECCIÓN EN BOVINO DE CARNE.	53
OBJETIVO	53
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	54
CONCLUSIONES	55
2.- PROPUESTA DE ARMONIZACIÓN DE LAS VALORACIONES GENÉTICAS A LOS GANADEROS	56
OBJETIVO	56
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	56
RESULTADOS	56
PROPUESTA DE ARMONIZACIÓN	63
CONCLUSIONES	65
FUENTES CONSULTADAS:	6566
LITERATURA CITADA	66



<u>3.- PROPUESTA DE NUEVOS FENOTIPOS Y DE LA SISTEMÁTICA DE RECOGIDA</u>	67
OBJETIVO	67
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	67
RESULTADOS	67
CONCLUSIONES	75
LITERATURA CITADA	75
<u>4.- DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA IDENTIFICAR ANIMALES A SER GENOTIPADOS</u>	77
OBJETIVO	77
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	77
CONCLUSIONES	80
LITERATURA CITADA	80
<u>5.- DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DE MUESTRAS Y DE LA VIABILIDAD DE LA MUESTRAS ALMACENADAS</u>	81
OBJETIVO	81
PROCEDIMIENTO DE TRABAJO	81
RESULTADOS	82
CONCLUSIONES	85
LITERATURA CITADA	86



INTRODUCCION

El desarrollo de los programas de selección en el ganado bovino autóctono de carne, como los de otras especies ganaderas, ha atravesado distintas etapas conforme se han producido avances en el desarrollo de herramientas genéticas y la investigación ha promovido su implantación. Los técnicos de las asociaciones de ganaderos, con el apoyo de las administraciones, han demandado dichas herramientas para sus ganaderos y éstos, los principales actores del sistema, las han incorporado como un elemento para la toma de decisiones de selección en sus explotaciones.

Los primeros pasos en el establecimiento de programas de mejora en las razas autóctonas de vacuno de carne en el sentido que se conciben actualmente, es decir, con una recogida sistemática de datos en el propio medio de producción, con un seguimiento del pedigrí y con una implicación activa de los ganaderos, se remontan a la década de los años 80 y 90 en nuestro país. El desarrollo de los controles de rendimiento en campo vino acompañado, a partir del año 1990, de la implantación de la metodología BLUP bajo el Modelo Animal (Henderson 1984) en los sistemas de valoración genética en bovino de carne, tanto en nuestro país como en otros países europeos. Así se han podido evaluar genéticamente los animales participantes en los controles de rendimientos en base a su propia información e incorporar la información de sus parientes a través de la matriz de parentesco tomando en cuenta las circunstancias de manejo en las que se generaba el dato. Posteriormente se implantaron los marcadores microsatélites para controlar la veracidad de las genealogías en todas las especies, en un principio para el control de paternidades y por último, en ganado extensivo y/o en especies en las cuales el uso de la inseminación artificial no está mayoritariamente extendido, para construir las filiaciones.

Desde finales de la década del 2000 se han venido produciendo grandes avances en genética molecular y, particularmente, en el desarrollo de las plataformas masivas de genotipado para las especies ganaderas, que contienen miles de polimorfismos de un sólo nucleótido (SNPs). Estas plataformas, junto con el desarrollo metodológico necesario (ej. Meuwisen et al., 2001; Gianola et al., 2009; Legarra et al. 2014), han proporcionado la posibilidad de incorporar una nueva fuente de información a los procedimientos de valoración genética que puede favorecer el incremento en la precisión y, dependiendo del carácter y la especie, la reducción de los intervalos generacionales, lo que permite acelerar la respuesta a la selección. El beneficio que la información genómica aporta a los esquemas clásicos se basa en dos principios:

- 1.- Los miles de marcadores SNP están distribuidos por todo el genoma, de manera que, aunque no se conozca cómo están asociados a los caracteres de interés, se espera que estén ligados (en desequilibrio de ligamiento; DL) a las mutaciones responsables de los caracteres que forman parte del objetivo de selección. Cuanto mayor sea el DL mayor será el



impacto sobre la ganancia de precisión que se obtiene con la utilización de esta metodología. Sin embargo, esta aproximación exige una población de referencia genotipada y fenotipada de gran tamaño y la reevaluación de los efectos asociados a los marcadores con relativa frecuencia.

2- Permite mejorar la matriz de parentesco en dos sentidos: por un lado detectar incompatibilidades de parentesco, y por otro, predecir el parentesco real o realizado (porcentaje del genoma compartido) entre los individuos, en lugar del parentesco esperado que proporciona la genealogía. Esta matriz, permite el incremento de la precisión porque la ponderación de la información de los parientes es mucho más adecuada. Además, proporciona beneficios en la predicción de los valores genéticos incluso cuando el número de animales genotipados es limitado. Por otra parte, permite reconocer qué partes del genoma se comparten entre individuos (identidad por estado) cuya genealogía (identidad por descendencia) no identifica, favoreciendo así la precisión y la conexión entre ganaderías. Cabe decir que esta aproximación, intentando explotar esta segunda ventaja de la información genómica en poblaciones reales, aún no ha sido aplicada en poblaciones reales aunque de facto se hace.

La incorporación de la información genómica en las valoraciones genéticas da lugar a las evaluaciones genómicas. Excepto en el bovino de leche, la implementación de las evaluaciones genómicas se desarrollan en el contexto del “*BLUP-single step*” (Legarra et al., 2014) de manera que el sistema de ecuaciones se construye a partir de animales con y sin genotipos, siendo la información genómica una fuente adicional de información a la información fenotípica y genealógica ya existente. Sin embargo, las ventajas de la incorporación de dicha información en los programas de mejora tradicionales en poblaciones de un tamaño limitado, requiere de un proceso de estudio que, en el caso de bovino autóctono de carne, se inició en el marco del proyecto nacional SelGenBeef (AGL2010-15903) y del proyecto europeo GENE2FARM (KBBE.2011.1.3-06), y en los que participaron la mayor parte de los genetistas y de las asociaciones que forman parte de esta encomienda. Actualmente, tanto el precio del genotipado, que aunque haya sufrido una disminución drástica en los dos últimos años, es alto; como la necesidad de tener una estructura organizativa que permita generar la mayor cantidad de información y asegurar una progresión, son dos aspectos críticos a tener en cuenta para poder maximizar el valor de la inversión en genómica. Por ello, se requiere de un análisis de la situación de partida de los programas de selección así como la realización de estudios que permitan optimizar la implementación de la selección genómica en las poblaciones de vacuno de carne autóctono.

Las asociaciones de criadores de razas autóctonas de vacuno de carne implicadas en la presente encomienda de gestión son, por orden alfabético del acrónimo, la *Asociación Criadores de Rubia Gallega* (ACRUGA), la *Asociación Española de Criadores de Raza Avileña Negra-Ibérica* (AECRANI), la *Asociación de Criadores de raza Bovina Parda de Montaña* (ARAPARDA), la *Asociación Española de Asturiana de Valles* (ASEAVA), la *Confederación de Asociaciones de raza Pirenaica* (CONASPI), la *Federación Española de Raza Parda de*



Montaña (FERPAM), la Asociación Nacional de Criadores de Raza Morucha Selecta (MORUCHA) y la Asociación Nacional de Criadores de raza Retinta (RETINTA).

Para evaluar la aplicación de la selección genómica en los programas de mejora de vacuno autóctono de aptitud cárnica, se constituyó un grupo de trabajo formado por representantes de las ocho asociaciones de ganaderos, sus genetistas, un miembro del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria y miembros del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación asesorados por representantes de la UEECA y FEAGAS. Durante este primer año de existencia de la encomienda, este grupo se ha reunido en distintas ocasiones para planificar y desarrollar una serie de actividades orientadas a conocer las estructuras en las que se asientan los programas de mejora y el perfil de ganaderos destinatarios de las herramientas genómicas así como, a establecer las bases que favorezcan el trabajo en grupo y la coordinación de actividades de mejora entre las asociaciones y los genetistas involucrados. Dichas actividades son:

- 1.- Evaluación de la situación actual de los programas de mejora genética
 - 1.1.- Datos generados por el Control de Rendimientos
 - 1.2.- Análisis DAFO de las actividades ligadas al control de rendimientos
 - 1.3.- La percepción del ganadero sobre las herramientas genético-genómicas: encuestas.
 - 1.4.- Cuestionario ICAR para el análisis de los procedimientos ligados al desarrollo de los programas de mejora en bovino de carne.
- 2.- Comunicación de las valoraciones genéticas a los ganaderos y propuesta de armonización.
- 3.- Propuesta de nuevos fenotipos y de la sistemática de recogida.
- 4.- Definición de criterios para identificar animales candidatos al genotipado.
- 5.- Evaluación del número de muestras disponibles y la calidad de las mismas (esta comprobación está hecha en ovino y es la misma así que decidimos no hacer nada más en bovino).

Literatura Citada

- Gianola, D, de los Campos G, Hill WG, Manfredi E, and Fernando R. 2009 Additive genetic variability and the Bayesian alphabet. *Genetics* 183: 347–363
- Henderson C.1984. *Applications of Linear Models in Animal Breeding*. Guelph University Press (Canadá).
- Legarra A, Christensen O, Aguilar I, Misztal I 2014. Single Step, a general approach for genomic selection. *Livest. Prod Sci.* 166:54-65.
- Meuwissen THE, Hayes BJ and Goddard ME 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157, 1819–1829.



1.- SITUACION ACTUAL DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA

1.1. – Datos generados por el Control de Rendimientos

Uno de los grandes pilares de los programas de selección en las especies domésticas son los controles de rendimientos. Dichos controles, desde la perspectiva de la mejora genética, tienen dos finalidades principalmente; por un lado, obtener datos (información fenotípica) en el propio medio de producción y, por otro, proveer de forma sistemática de la información que rodea la toma de los datos. Así, se puede hacer una modelización adecuada de los fenotipos a la hora de realizar las valoraciones genéticas cuyo fin, no es otro, que el de proveer al ganadero de las herramientas genéticas para la toma de decisiones de selección. Estas decisiones de selección tendrán impacto en la rentabilidad de las explotaciones en tanto en cuanto los caracteres que forman parte del objetivo de selección y se evalúan, contribuyan a dicha rentabilidad. Sin embargo, los datos generados en los controles de rendimientos no solo son útiles desde la perspectiva de la mejora genética. Estos, junto con la información de costes e ingresos, permiten que el ganadero pueda hacer una gestión económicamente eficiente de su explotación. Además, los subproductos de las valoraciones genéticas también le pueden ayudar a tomar decisiones de manejo en sus explotaciones optimizando de esta forma las condiciones de explotación.

Objetivo

Estudiar la situación actual de los controles de rendimientos desarrollados por las ocho asociaciones participantes en esta encomienda para identificar en qué tipo de estructuras se asienta la obtención de datos, qué dinámica existe y qué información es coincidente para ser utilizada en el desarrollo de las siguientes fases de la encomienda.

Procedimiento de Trabajo

De manera conjunta durante una de las sesiones del grupo de trabajo se solicitó a las asociaciones que enumeraran los datos fenotípicos que se obtienen en cada una de las etapas productivas de los animales. Estas se desarrollan bien en las explotaciones sobre las vacas nodrizas y terneros o, posteriormente, como reproductores; en los centros de control, cebaderos, o Centros de Testaje donde se recoge información posterior al destete, y, por último, en el matadero, en los animales que se sacrifican para carne. Así mismo, se les solicitó que indicaran, de acuerdo al método establecido por ICAR (Apartado 1.4 de esta memoria) quién o quiénes son los responsables de la toma de datos; Método A (personal de



la asociación), Método B (el propio ganadero o personal del matadero) y Método C (mixto, es decir tanto unos como otros, pueden ser responsables). Posteriormente, la tabla generada se distribuyó entre las asociaciones para que tuvieran la oportunidad de revisarla e introducir modificaciones. Más tarde, se les pidió que rellenaran la tabla que aparece en el Anexo 1. En dicha tabla, se les solicitó el número de datos totales y el número de años que llevan registrando cada dato. De esta manera, se han podido identificar puntos de coincidencia que son de interés para el desarrollo de las próximas fases de esta encomienda, establecer si existe una dinámica de trabajo a lo largo del tiempo en función de si ha existido una incorporación paulatina de nuevos tipos de información que pueden ser de interés para alcanzar los objetivos de selección e identificar vías de evolución.

Resultados

En la Tabla 1.1.1 se presenta un resumen general del tipo de información generada en los controles de rendimientos organizados por cada una de las asociaciones. Así mismo, la información viene acompañada de una referencia al método de recogida según el estándar establecido por ICAR (ver apartado 1.4). En la tabla se puede apreciar que todas las asociaciones toman datos similares en las distintas etapas de la vida del animal. Así las ocho asociaciones toman información, bien solamente el peso (AECRANI, MORUCHA) o bien junto con la facilidad de parto (ACRUGA, ARAPARDA, ASEAVA, CONASPI, FERPAM, RETINTA). Por último ASEAVA recoge también información sobre la cularidad de los terneros. Avanzando hacia el destete, todas las asociaciones realizan controles, si bien, con una clara diferencia en la sistemática de trabajo. Por un lado, AECRANI y MORUCHA utilizan el método B de ICAR, es decir, es el ganadero el responsable de la toma de datos en explotación. El resto de las asociaciones combinan ambos métodos. En el caso de ACRUGA, ARAPARDA Y CONASPI los ganaderos son responsables de la toma de información al nacimiento sin embargo, posteriormente utilizan el método A, es decir existe personal de la asociación que es responsable del control. ASEAVA, FERPAM y RETINTA siguen el método C a nacimiento (puede ser tanto el ganadero o el controlador el que registre los datos) aunque, al igual que el grupo anterior, posteriormente hasta el destete, es realizado por los controladores (método A). Conforme seguimos avanzando en la edad del animal, la situación del control de rendimientos se hace más heterogénea y discontinua. En el periodo post-destete, el método utilizado es de tipo A, bien porque la información se toma en los Centros de Testaje o porque los Centros de Control están gestionados y ligados a las asociaciones, siempre es personal técnico quien genera los datos. Por último, a excepción de AECRANI y ASEAVA, que tienen sistemas integrados de producción, la obtención de datos en matadero depende mayoritariamente del personal del propio matadero (método B) o tienen una situación combinada (método C). Solo en el caso de AECRANI, ASEAVA y RETINTA, la obtención de datos se realiza (conformación y estado de engrasamiento) o está supervisada (peso canal a las 24 horas) por personal de los correspondientes Consejos Reguladores (método A) de las denominaciones de calidad en las que están integradas estas razas. Una ventaja adicional de



la integración del sistema de producción “*from farm to fork*” para el control de rendimientos, es que se pueden obtener también datos de los despieces a partir de cuyas medidas se puede generar una estimación mas precisa del rendimiento cárnico.



Tabla 1.1.1 Resumen de la información que se obtiene del control de rendimientos y método de acuerdo a ICAR

LUGAR	FASE de VIDA o Dato	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA
GANADERIA	Nacimiento	PN ¹ , FP ² MET ³ -AB	PN MET-B	PN, FP MET-B	PN, FP,CULARIDAD MET-C	FP,PN MET-B	PN, FP MET-C	PN MET-B	PN, FP MET-C
	Destete o intermedios	CINTA MET-A	PESO MET-B	PESO O CINTA MET-CA	MEDIDAS MET-A	PESO O CINTA MET-A	PESO O CINTA MET-A	PESO MET-B	PESO MET-CA
	Fertilidad	FPP,IP, FECHA y CAUSA BAJA MET-A	FPP,IP, FECHA y CAUSA BAJA MET-B	IP MET-B	ANCHURA PELVIS MET-CA	FPP,IP, FECHA y CAUSA BAJA MET-A	IP MET-B	FPP,IP, FECHA y CAUSA BAJA MET-C	FPP,IP, FECHA y CAUSA BAJA MET-B
CENTRO DE CONTROL-CENTRO DE TESTAJE	Pesos	MET-A	MET-A	MET-A	MET-A	MET-A	MET-A	MET-A	MET-A
	Diámetro Escrotal	MET-A		MET-A	MET-A				MET-A
	Anchura de Pelvis	MET-A		MET-A					MET-A
MATADERO	Peso Canal	MET-B	MET-A		MET-A	MET-B	MET-B	MET-C	MET-C
	Rendimiento canal	MET-B	MET-A		MET-A			MET-C	MET-C
	CC ⁴	MET-B	MET-A		MET-A	MET-B		MET-C	MET-C
	EE ⁵	MET-B	MET-A		MET-A	MET-B		MET-C	MET-C
	Carne ⁶		MET-A		MET-A	MET-A			

¹ PN= peso al nacimiento; ² FP= Facilidad de parto. ³ MET= Clasificación ICAR que se refiere a quien toma el dato: MET-A= controlador; MET-B= ganadero o matadero; MET-C= Ambos. ⁴ CC.= Conformación de la canal; ⁵ EE= Estado de engrasamiento; ⁶ Carne= calidad de carne;



En la Tabla 1.1.2 se puede ver un resumen del número de datos totales recogidos en los controles de rendimientos desarrollados por cada una de las asociaciones. Estas tablas se han generado a partir de las tablas complementarias al control de rendimientos de cada una de las asociaciones que figuran en el ANEXO 1. Así mismo, se puede ver el número de años que llevan recogiendo cada uno de los datos que se obtienen. La primera de las tablas, Tabla 1.1.2, recoge la información que se ha generado a nivel de explotación, en Centros de Control o Testaje y en Matadero.

Hay dos patrones claramente diferenciados en la evolución de la toma de datos a lo largo de la vida productiva y que de alguna manera se ha puesto de manifiesto anteriormente. Por un lado, hay asociaciones que muestran un mayor esfuerzo o capacidad recolectora de información alrededor del nacimiento. Este es el caso de ACRUGA, ARAPARDA, ASEAVA, CONASPI y FERPAM mientras que a posteriori, la cantidad de información se reduce a pesar de que el destete debe ser un momento en que generalmente se producen decisiones de selección (reposición, venta para vida, engorde) y , parecería aconsejable, disponer de dicha información. Por el contrario, en las razas que se desenvuelven en sistemas puramente extensivos, tales como AECRANI y RETINTA, este esfuerzo se traslada a fases posteriores porque el propio sistema de producción limita mucho el acceso a datos al nacimiento. MORUCHA es un caso particular porque no parece existir ningún patrón. En este tipo de sistemas, la ayuda de sistemas de geo-localización y movimiento serían de gran utilidad para tener un control más exhaustivo de las reproductoras que permitiera saber al ganadero cuando éstas van a parir y así poder evaluar las condiciones en las que se produce el parto o si hay problemas durante los primeros momentos de la vida de los terneros, de los que otros ganaderos, en sistemas con mayor intensificación, pueden disponer.

Aunque en un horizonte de tiempo distinto, existe una clara evolución de los controles de rendimientos desarrollados por todas las asociaciones. Así, ACRUGA inició los primeros controles hace 50 años con la recogida de datos en torno al nacimiento (peso y facilidad de parto) generándose una media de cerca de 6.000 datos anuales, mientras que la recogida de pesos al destete se incorporó veinte años más tarde, ya coincidiendo con el auge en España de los sistemas de control de rendimientos, allá por los años 90, generando unos 3.109 registros anuales. Hace 12 años se inició el registro sistematizado de la información de mataderos (peso canal, conformación cárnica y estado de engrasamiento). No dispone de rendimiento canal porque no se registra el peso al sacrificio. Por último, hace 5 años introdujo la recogida sistemática de información en los Centros de Testaje como una herramienta de control de la fase post-destete.

Como puede verse en la tabla 1.2.2, ASEAVA fue la segunda asociación en iniciar el control de rendimientos en las explotaciones. Hace 37 años inició la obtención de datos al nacimiento y al destete. Aunque proporcionalmente el número de partos controlados (unos 605.000) es sustancialmente mayor que el número de destetes controlados de los terneros nacidos, la cantidad de información generada en este momento es la de mayor magnitud en



términos absolutos (como media se pesan al destete cerca de 3.500 terneros Asturianos de Valles al año, aunque si miramos únicamente los últimos años esta cantidad está subestimada). También tienen muy consolidada la fase post-destete a través de los Centros de Testaje, donde disponen de información de eficiencia alimenticia a la vez que pesos y circunferencia escrotal. Desde hace 16 años, a través de la IGP, iniciaron la toma de datos en matadero que ha generado un volumen importante de información. Más recientemente han incorporado la calificación morfológica lineal, que es un sistema diseñado particularmente para la raza.

El inicio de los controles de rendimientos de AECRANI, CONASPI, y RETINTA se produjo más o menos en el mismo periodo de tiempo, hace unos 28 o 30 años. CONASPI es uno de los casos mencionados anteriormente en los cuales se obtiene una gran cantidad de información al nacimiento, particularmente evaluaciones de facilidad de parto, aunque se reduce sustancialmente la cantidad de información recogida alrededor del destete (aunque es cierto que cuentan con pesadas intermedias que le permitiría definir un fenotipo cercano al destete). Hace unos 11 años pusieron a punto la calificación lineal. En la tabla correspondiente a CONASPI que aparece en el ANEXO 1, manifiestan que este sistema está en estudio. Finalmente, han podido capturar la información de mataderos a través de bases de datos autonómicas de las administraciones dedicadas a la trazabilidad, también integran información de calidad de carne, tal como el color y el pH. RETINTA, al contrario que CONASPI, cuenta con una mayor cantidad de información al destete y junto con ASEAVA, son las dos únicas asociaciones que registran la supervivencia perinatal del ternero, de la cual RETINTA posee una cantidad sustancial de información. Por otro lado RETINTA, desde hace 20 años participa en rondas de testaje a partir de las cuales se ha generado información del periodo post-destete, fundamentalmente pesos; hace 16 años iniciaron los registros de la circunferencia escrotal, 11 años el índice de conversión individual y 6 la calificación lineal. También desde hace 12 años han conseguido integrar registros de mataderos.

En AECRANI, aunque en sus bases de datos hay registrados 13.670 pesos al nacimiento, el grueso de la información se produce al destete. En este momento de la vida productiva se han producido en promedio, unos 2.500 datos anuales al destete. Posteriormente, AECRANI inició la creación de los cebaderos comunitarios y el centro de control lo que ha generado una cantidad muy relevante de datos post-destete en comparación con otras asociaciones. Mas tarde, inició el control de datos de matadero por parte del personal de Consejo Regulador de la IGP. Primero, hace 17 años, empezaron recogiendo Pesos a la Canal y Rendimiento Canal y dos años más tarde las características de conformación y el estado de engrasamiento de las mismas. Hace 2 años se inició la incorporación al control de rendimiento, de la calificación lineal, como una información base y sencilla de obtener que bien realizada, puede permitir generar herramientas de selección que permitan conseguir un animal con formato más carnívero. ARAPARDA inició el control de rendimientos hace 18 años, 10 años más tarde que este último grupo de asociaciones. Al igual que CONASPI, pertenece al grupo de asociaciones que generan una mayor cantidad de datos alrededor del



nacimiento que en fases posteriores. La información que generan en la fase post-destete es muy limitada. MORUCHA lleva 11 años recogiendo datos en explotación. A pesar de tener un sistema de explotación similar al de AECRANI y RETINTA, los ganaderos han hecho un esfuerzo en obtener datos al nacimiento que se mantienen al destete. Los datos que se reflejan en esta tabla son datos que se obtienen de animales en pureza. Existen más datos de animales cruzados como aparece reflejado en la tabla correspondiente a MORUCHA en el ANEXO 1. Por último, FERPAM es la asociación que más recientemente ha organizado el control de rendimientos. Sus ganaderos llevan 6 años registrando información al nacimiento (peso y facilidad de parto). Como otras de las asociaciones ya mencionadas, pierde cerca de dos tercios de los datos entre el nacimiento y el destete. Esta pérdida de datos recurrente que se produce desde el nacimiento al destete en los controles de rendimientos de cinco de las ocho asociaciones necesita de una reflexión. Por un lado, debe existir desmotivación del ganadero que hace que no considere esencial la toma de datos, que a priori, resultan importantes para la economía de las explotaciones, particularmente si éstas venden al destete. Por otro, puede deberse a una limitación de la sistemática de trabajo de los controladores para gestionar la recogida de toda la información, puesto que las asociaciones en las que se detecta este patrón, es decir, ACRUGA, ARAPARDA, ASEAVA, CONASPI y FERPAM utilizan el método B en esta fase y quizás podrían plantearse el Método C identificando correctamente los perfiles de ganaderos que podrían dar información fiable frente a los que no.

Hasta el momento no hemos mencionado ningún aspecto en relación con la fertilidad o longevidad funcional. Si observamos detenidamente la Tabla 1.1.2, el número de años que se lleva registrando el intervalo entre partos coincide aproximadamente con el número de años en que se llevan haciendo las calificaciones morfológicas para la inscripción en el registro definitivo del LG. Por lo que sugiere que esta información, en la mayor parte de los casos, es un subproducto de los registros genealógicos, más que un registro sistemático de los eventos reproductivos, productivos y causas de baja que, para cada reproductora, ocurre en las explotaciones. Nos referiremos a estos caracteres en el Apartado 3 de este informe.

Los ganaderos son los actores principales de los programas de selección. Son ellos los que toman las decisiones asesorados, en mayor o menor medida, por los técnicos de las asociaciones. Son ellos los que pueden verse beneficiados o perjudicados si éstas no son las adecuadas. Por ello, hemos consultado la base de datos del ARCA (<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia>) para determinar qué porcentaje de ganaderos de



Tabla 1.1.2. Resumen del número (N) total de datos registrado por cada una de las asociaciones y el número de años (A)

DATOS EXPLORACION	ACRUGA		AECRANI		ARAPARDA		ASEAVA		CONASPI		FERPAM		MORUCHA		RETINTA	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
Valoraciones morfológicas	113.334	26	107.226	48	7.436	23	271.718	13	53.520	28	10.614	4	61.905	47	79.147	40
Peso al nacimiento	290.284	49	13.670	28	27.929	18	54.845	37	133.321	28	24.103	6	10.200	11	1.784	30
Peso al destete	90.169	29	72.124	28	7.616	18	130.613	37	18.016	18	8.038	6	9.959	11	58.911	30
Calificación lineal (Sistema francés)							140.402	13	11.531	6	347	1	2.217	10		
Fertilidad_ Reproducción																
Supervivencia perinatal del ternero							6.850	37							211.338	30
Pesos intermedios entre nacimiento y destete	5.475	17							74.549						79.675	30
Intervalo entre partos	67.828	50	219.980	48	26.529	25	389.587	13	259.333	28			39.509	10	133.457	40
Edad al primer parto	89.579	50	46.113	48	37.067	25	99.762	13	73.576				9.498	10	25.077	40
Facilidad parto (DE ACUERDO A ICAR)	289.272	50			12.289	18	605.744	37	230.972		22.167	6			211.338	30
Amplitud pelvis (en novillos ≥ 14 meses)	5	1m														
Cularidad																
Longevidad Funcional		----														
Fechas de baja	371.081	50	176.889	48	91.411	18			147.002		45.751	9			12.291	30
Causas de baja	370.997	50	176.889	48							45.751	9			4.120	14



Tabla 1.1.2. Resumen del número (N) total de datos registrado por cada una de las asociaciones y el número de años (A) (continuación)

DATOS	ACRUGA		AECRANI		ARAPARDA		ASEAVA		CONASPI		FERPAM		MORUCHA		ANCRE	
	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
Crecimiento post-destete	750	5	23.202	23	210	14	3.229	22	53.520	28	117	13			4251	20
Peso sacrificio			21.081	23	210	14	1.066	17					1376	9		
Circunferencia / diámetro escrotal.	5	1mes			210	14	2.060	15							1.664	16
Calificación lineal	125	5	126	2			3.229	22							270	6
Índice de conversión individual	125	5			210	14	3.229	22			117	13			310	11
DATOS EN MATADERO																
Peso canal	71.010	12	34.292	17			161.420	16	101.152	28	642	6	3451	21	10.457	12
Rendimiento a la canal			17.924	17			1.066	16	2.977	28					883	3
Conformación de la canal	71.010	12	25.083	15	54		148.484	16	89.526	17			296	2	9.639	12
Engrasamiento canal	70.846	12	25.043	15	54		148.484	16	89.757	17					9.640	12
Medidas de despiece o rendimiento al despiece							13.487	16								
Color de la carne			497	10					17.047	14						
pH de la carne			465	7					17.045	14						



los que pertenecen a las distintas asociaciones, y que por lo tanto están activos en los Libros Genealógicos, también lo están en los controles de rendimientos. Dicho porcentaje oscila entre el 17% de MORUCHA y el casi 100% de ASEAVA, lo cual implica que hay mucho espacio para la reactivación de los mismos.

Conclusiones

- Los controles de rendimientos están bien implantados en todas las asociaciones, aunque algunas, necesitan encontrar herramientas que los dinamicen.
- Existen dos patrones claros en las capacidades de los sistemas de generar información y que, presumiblemente, están asociados al sistema de producción. Por un lado, las asociaciones de razas "paternales" con mayor difusión en el norte de la península generan una mayor cantidad de información alrededor del nacimiento; en las otras razas de mayor difusión hacia el sur (razas "maternales"), es el destete y fases posteriores, los momentos más relevantes. ASEAVA, aunque pertenece al primer grupo, dispone de un control de rendimientos capaz de generar datos de manera continua.
- La información que se genera alrededor del destete es la que se recoge de manera sistemática en los controles de rendimientos desarrollados por todas las asociaciones. A partir de esta información se podría definir un carácter común a todas las asociaciones para el desarrollo de fases posteriores de esta encomienda.
- Existe un gran volumen de información subproducto de los registros genealógicos que hay que examinar en profundidad para iniciar la puesta a punto de caracteres de fertilidad, longevidad funcional y otros caracteres funcionales (ver Apartado 3).
- Existe un gran espacio para la mejora del funcionamiento de los controles de rendimientos en muchas de las asociaciones, parte de esa mejora debe incluir la participación activa de los ganaderos.
- Los sistemas integrados de producción parecen generar un escenario donde se puede maximizar las cantidades de información con posterioridad al destete. Esto es particularmente así para características que tienen que ver con el rendimiento cárnico. Estos sistemas podrían también favorecer la obtención de características de calidad de carne, si se dispusiera de la tecnología adecuada para ser usada de forma rutinaria en matadero o salas de despiece.



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

**Departamento de
Mejora Genética Animal**



1.2. – Análisis DAFO de las actividades ligadas al control de rendimientos

El análisis DAFO es una herramienta utilizada para el desarrollo estratégico en el ámbito de la empresa, que fue desarrollada en la “*American Business School*” en los años 60 (Hill and Westbrook, 1997). En este tipo de análisis, los elementos que afectan a un determinado organismo (empresa, institución, proyecto o persona) se identifican y clasifican en factores internos y externos. Los factores internos se refieren a atributos del organismo que pueden ser minimizados (Debilidades) o explotados (Fortalezas) para conseguir el objetivo. Por otro lado, los factores externos son circunstancias o atributos que pueden perjudicar (Amenazas) o favorecer (Oportunidades) al organismo. Estos factores a su vez difieren en el grado de control que se tiene sobre ellos; los factores internos pueden alterarse o controlarse mientras que los externos no pueden ser controlados ni modificados. A partir de este análisis mediante la creación de las matrices DAFO (Wehrich, 1982), que permiten sistematizar el análisis de la situación actual y la visualización del futuro, se definen acciones estratégicas.

Objetivo

Hacer una reflexión sobre la situación de los controles de rendimientos desarrollados por cada una de las asociaciones involucradas en esta encomienda con la finalidad de, por un lado, identificar los factores que afectan dichos controles de rendimientos, por otro, determinar elementos comunes y diferencias entre ellos y, por último identificar posibles estrategias de mejora mediante el uso de la matriz DAFO.

Procedimiento de trabajo

Durante una de las sesiones de trabajo del grupo se hizo una reflexión conjunta entre todos los representantes de las asociaciones, los genetistas que desarrollan los programas de selección, representantes del MAPA y sus asesores, y se identificaron los aspectos internos de los controles de rendimientos desarrollados por las asociaciones y de las condiciones externas que pueden afectar su desarrollo. A partir de estas reflexiones se construyeron las anteriormente mencionadas tablas DAFO, de DEBILIDADES, AMENAZAS, FORTALEZAS, y OPORTUNIDADES. Con posterioridad a esta primera actividad, se pidió a las asociaciones que realizaran este mismo ejercicio ya en su entorno de trabajo para añadir, si existieran, más elementos a las tablas. El INIA revisó las tablas de cada una de las asociaciones y se crearon las tablas comunes; se revisó la coherencia de las mismas en el sentido de que estuvieran correctamente asignados los factores intrínsecos al sistema (DEBILIDADES y FORTALEZAS) y los extrínsecos (AMENAZAS y OPORTUNIDADES) y se reformularon algunos de los aspectos reflejados en las tablas para contextualizarlos en el ámbito de los controles de rendimientos.



Finalizado este trabajo se pidió a las asociaciones que asignaran una puntuación a cada uno de los factores de las tablas entre 0 y 10; siendo 10, el máximo de importancia y 0 el de ninguna relevancia. Además, se les solicitó que marcaran con una X el tercio de factores de cada una de las tablas que percibían que eran de mayor relevancia y el tercio menor relevancia. Las tablas completas que contienen la información de todas las asociaciones, así como las aportadas por cada una de ellas, están en el ANEXO 2 incluido en la memoria externa que se adjunta con este informe.

En las tablas, cada factor fue promediado entre las asociaciones y se calculó la desviación estándar y la moda para determinar si el grado de relevancia era coincidente entre asociaciones. Por último, de las tablas DAFO se extrajeron las cinco mayores debilidades, tres mayores fortalezas y dos mayores amenazas y oportunidades y se construyeron las matrices DAFO para cada una de las asociaciones. Cada uno de los elementos de estas matrices (las intersecciones entre los factores internos y los externos) contiene el producto de las valoraciones que definen cada punto de la matriz. Así, por ejemplo, el elemento 1.1 de la matriz DAFO, se corresponde al producto cruzado de la primera debilidad y de la primera amenaza por lo tanto contiene el producto de la valoración que haya recibido la debilidad y amenaza correspondiente, para cada una de las asociaciones. Las estrategias que se trataron de identificar incluyeron los cuatro tipos que se pueden definir a partir de las matrices DAFO. El determinar unas u otras dependerá de la magnitud de los elementos de la matriz DAFO y de la coherencia de la misma. Así las estrategias que se trataron de identificar fueron:

- 1.- **Estrategias DA:** estrategias que buscan concienciar de las limitaciones que pueden surgir de combinar las debilidades y amenazas.
- 2.- **Estrategias DO:** estrategias que utilizan las oportunidades para sobreponerse a las debilidades.
- 3.- **Estrategias FO:** estrategias que utilizan fortalezas para beneficiarse de las oportunidades.
- 4.- **Estrategias FA:** estrategias que utilizan las fortalezas para minimizar los efectos de las amenazas.

Resultados

Debilidades. En la Tabla 1.2.1 se presentan las 15 debilidades así como la valoración recibida de cada una de ellas por parte de cada asociación. Así mismo se presenta la media entre Asociaciones, la desviación estándar y la moda de cada factor. Las debilidades se podrían clasificar en categorías; aquellas que tienen que ver con el perfil del ganadero (1,13,14 y 15), con la toma de decisiones (4,5,6,7,8,13); con la financiación (2,3) y con problemas estructurales (9,10,12,13). Como media entre asociaciones, las tres debilidades más relevantes están referidas a la disponibilidad de medios económicos para generar nuevos fenotipos, para continuar con la toma de datos así como la falta de estímulo de los ganaderos para continuar con la actividad. Esta última afecta a todas las asociaciones a



excepción de MORUCHA y ASEAVA. Por otro lado, tanto la dispersión geográfica como el tamaño de las explotaciones presentan una dificultad mayor para ASEAVA que para otras asociaciones, aunque la dispersión es un factor compartido por varias asociaciones. Los factores que afectan a la raza como consecuencia del uso del cruce les preocupan fundamentalmente a ACRUGA, AECRANI, ARAPARDA, FERPAM, MORUCHA y RETINTA. Sin embargo, mientras que para AECRANI la importancia radica en la dificultad para mantener la variabilidad genética, para otras esta importancia es relativa y va ligada a la pérdida de los datos de cruce. MORUCHA lo presenta como su principal debilidad. Como se ha visto en el apartado 1.1 de este informe, AECRANI es la única asociación que se apoya en el ganadero para la obtención de datos hasta el destete, por lo que es de particular relevancia que refiera como debilidad la calidad de la información que éste genera. No obstante, la debilidad que presentó una percepción más heterogénea fue aquella que tiene que ver con cómo el uso extendido de la inseminación artificial contribuye a tener un mayor control de la fertilidad del macho (Debilidad 6).

Fortalezas. En la Tabla 1.2.2 se recogen las ocho fortalezas identificadas por el grupo de trabajo. Las dos fortalezas que tienen un mayor peso para un mayor número de asociaciones son la fortalezas 1 y 2 (Tabla 1.2.2). Éstas se refieren a tener desarrollado un sistema de recogida de datos que ha generado un importante volumen de información y que ha venido acompañado por el desarrollo de sistemas de valoración genética bien establecidos y, con el nivel de formación y experiencia de sus técnicos. Tanto ASEAVA como AECRANI le dan la mayor relevancia a las estructuras integradas alrededor de las IGP que les permite generar datos de calidad incluso en el matadero; AGRUGA y CONASPI, con ganaderos también integrados en IGP, valoran muy positivamente estas cadenas de integración. ASEAVA identifica como una gran fortaleza la confianza del ganadero en el programa de selección lo que está ratificado por las cifras de participación de los ganaderos en el mismo (Apartado 1.1) mientras que para otras asociaciones no es así, no piensan que el programa de selección esté lo suficientemente asentado como para convertirse en una gran fortaleza. El desarrollo de herramientas destinadas a hacer más accesible y más atractiva la información al ganadero, en general, se identifica como una fortaleza.

En las tablas 1.2.3 y 1.2.4 se presentan los factores externos al control de rendimientos que suponen bien una amenaza o una oportunidad.

Amenazas. En la tabla 1.2.3 se recogen las cinco amenazas identificadas por el grupo de trabajo. En promedio, las dos grandes amenazas que afectan de forma generalizada a todos los controles de rendimiento es la ausencia de un sistema de precios de acuerdo a la calidad de canal y de carne que unida a la reducción de estímulos económicos para la recogida de la información actual y/o de nueva información, generan una amenaza global al sistema. Si estas amenazas las asociamos a la debilidad manifestada por las asociaciones, como es la incapacidad de dichas asociaciones de generar recursos para la obtención de datos y si además lo unimos a la dificultad de obtener datos de calidad de los mataderos, dibuja



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



**Departamento de
Mejora Genética Animal**

realmente un panorama de mucha incertidumbre para las razas productoras de carne. La dificultad para obtener datos de calidad de los mataderos es una amenaza muy relevante para cuatro de las ocho asociaciones (ACRUGA, ARAPARDA, FERPAM y RETINTA).



Tabla 1.2.1 Listado de las oportunidades identificadas, valoración de cada asociación, media, desviación estándar y moda. (I)

	DEBILIDADES	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA	MEDIA	DE	MODA
		(0=irrelevante; 10=extremadamente importante)										
1	Reducción de la participación de los ganaderos en el control de rdtos.	10	8	8	2	8	8	5	10	7.4	2.7	8
2	Falta de auto-financiación para dar continuidad a la recogida de los datos actuales	10	8	10	3	10	10	6	10	8.4	2.6	10
3	Falta de auto-financiación para la recogida de nuevos fenotipos	10	10	10	10	10	10	6	9	9.4	1.4	10
4	Excesivo cruce que puede dañar la viabilidad genética de la raza.	6	10	6	0	2	6	7	6	5.4	3.1	6
5	Pérdida de datos por la utilización de reproductores/as para el cruce.	6	2	6	0	2	6	9	7	4.8	3.1	6
6	Escaso número y/o reducción en el uso de la IA que dificulta el control de los machos y la reproducción en general	2	1	6	9	8	6	7	10	6.1	3.2	NE
7	Escaso volumen de datos reproductivos	9	2	5	5	5	5	7	8	5.8	2.2	5
8	Escaso volumen de datos post-destete	8	1	8	5	5	8	6	10	6.4	2.8	8
9	Pequeña dimensión de las ganaderías que hace que se genere pocos datos en cada una de ellas	7	1	1	10	7	1	1	3	3.9	3.6	1



Tabla 1.2.1 Factores identificados como debilidades, evaluación de las asociaciones, media, desviación estándar y moda (II)

	DEBILIDADES	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA	MEDIA	DE	MODA
		(0=irrelevante; 10=extremadamente importante)										
10	Dispersión geográfica de las ganaderías que incrementa el coste del control de rendimientos.	8	10	9	10	7	9	3	2	7.3	3.1	10
11	Recogida de fenotipos para establecer criterios de selección que no determinan la rentabilidad de una explotación.	8	5	7	8	3	7	5	10	6.6	2.2	8
12	Problemas de tipo sanitario que impiden cumplir las pruebas sanitarias y por tanto la participación en Centros especializados de testaje.	2	2	9	4	1	9	3	1	3.9	3.3	2
13	Uso escaso de los Centros de Testaje/ Centros de Control.	3	1	5	5	8	5	4	5	4.5	2.0	5
14	Baja fiabilidad de los datos obtenidos en las explotaciones sin la asistencia de controladores	4	8	4	1	2	4	4	6	4.1	2.2	4
15	Edad avanzada de los ganaderos que hace más difícil que participen en el control de rendimientos e incorporar nuevas innovaciones	9	2	3	3	7	3	2	5	4.3	2.5	3



Tabla 1.2.2 Listado de las fortalezas identificadas, valoración de cada asociación, media, desviación estándar y moda.

	FORTALEZAS	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA	MEDIA	DE	MODA
		(0=irrelevante; 10=extremadamente importante)										
1	Sistema de recogida de datos y de evaluación genética consolidado y con un amplio recorrido, que ha generado un	10	10	6	10	10	6	4	6	7.8	2.5	10
2	Personal técnico bien formado y con amplia experiencia.	10	8	10	10	7	10	6	10	8.9	1.6	10
3	Buena participación de un grupo de ganaderos que le dan importancia a las labores del control de rendimientos y	6	5	4	8	7	4	6	3	5.4	1.7	6
4	Desarrollo de aplicaciones informáticas para mejorar la recogida de información en campo.	8	8	8	3	4	8	4	3	5.8	2.4	8
5	Estructuras integradas que permiten la obtención de información ligadas a IGP.	8	10	2	10	8	2	4	0	5.5	4.0	8
6	Desarrollo de herramientas web para la distribución de información y estimulación del interés por resultados	8	6	8	5	6	8	6	4	6.4	1.5	NE
7	Confianza de los ganaderos en el programa de Mejora llevado a cabo por las Asociaciones	6	5	7	10	8	7	8	3	6.8	2.1	7
8	Obtención de datos que permiten establecer objetivos económicos para la elección.	3	1	7	9	6	7	4	2	4.9	2.8	NE



Tabla 1.2.3 Listado de las amenazas identificadas, valoración de cada asociación, media, desviación estándar y moda.

	AMENAZAS	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA	MEDIA	DE	MODA
		(0=irrelevante; 10=extremadamente importante)										
1	Dificultad de obtener información de calidad de los mataderos	10	0	9	0	5	10	3	10	5.9	4.5	10
2	No existencia de un sistema de precios de acuerdo a la calidad de la canal y/o carne que incentive	9	10	9	10	6	10	3	8	8.1	2.5	10
3	Ausencia de intercambio de información con las bases de datos de las administraciones públicas con las Asociaciones de ganaderos.	0	8	10	6	7	8	4	7	6.3	3.1	8
4	Reducción de estímulos económicos para el registro de la información actual o el incremento del número de caracteres	10	10	8	8	10	9	5	9	8.6	1.7	10
5	Pérdida de la fertilidad de la raza si los ganaderos empiezan a seleccionar por caracteres productivos porque son los únicos que recogen.	9	1	7	0	4	4	2	1	3.5	3.2	1



Tabla 1.2.4 Listado de las oportunidades identificadas, valoración de cada asociación, media, desviación estándar y moda.

	OPORTUNIDADES	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA	MEDIA	DE	MODA
		(0=irrelevante; 10=extremadamente importante)										
1	Alta valoración en el mercado de ganado de los animales de la raza como reproductores/as	5	10	8	10	8	7	2	2	6.5	3.2	10
2	Reconocimiento por parte de los consumidores de la calidad de la carne	0	10	5	10	7	9	6	3	6.3	3.5	10
3	Apuesta decidida de algunas administraciones públicas en la financiación de los programas de mejora y control de rendimientos.	10	10	5	5	10	5	4	5	6.8	2.7	5
4	Uso de técnicas reproductivas que permitan evaluar la capacidad fecundante de los toros	10	2	7	0	5	8	4	10	5.8	3.7	10
5	Disponibilidad de técnicas reproductivas (ovum pick up, transferencia de embriones, sexaje) para obtener hembras de gran valor genético.	9	1	0	3	4	8	7	6	4.8	3.3	NE

Esta amenaza es muy importante porque de esta manera les impide cerrar el control del ciclo de producción y disponer de información que les permitiría desarrollar criterios de selección necesarios para producir un animal de carne.

Oportunidades. Las cinco oportunidades definidas por las asociaciones están en la Tabla 1.2.4. La disponibilidad de un producto con mercado y aceptación por parte de los consumidores está claramente identificada como una gran oportunidad por varias asociaciones. Tanto AECRANI como ASEAVA y en menor magnitud CONASPI, ponen de manifiesto que el hecho de tener una carne que es reconocida por los consumidores es una oportunidad de desarrollo para ellos. Por otro lado, AECRANI, ARAPARDA, ASEAVA, CONASPI y FERPAM, es decir, cinco de las ocho asociaciones, manifiestan que la existencia de un mercado de animales de la raza como reproductores, genera oportunidades que, desde la perspectiva del control de rendimientos, podrían beneficiarse en una mayor obtención de datos de fertilidad y de caracteres funcionales.

Estrategias

En la Figura 1.2.1, se presentan las matrices DAFO que se han construido, para cada una de las asociaciones. Los números que aparecen debajo de cada componente del DAFO se corresponden con el número que tiene cada factor en las tablas anteriores, DEBILIDADES (Tabla 1.2.2), FORTALEZAS (Tabla 1.2.2), AMENAZAS (Tabla 1.2.3) y OPORTUNIDADES (Tabla 1.2.4). Como ya se describió en el apartado de métodos, cada elemento de la matriz se corresponde con la intersección entre los factores internos y los externos. La intensidad de color va asociada a la magnitud del valor que contiene cada elemento de la matriz. Cuanto mayor es el valor, más intenso es el color y, si somos capaces de describir una estrategia coherente de esta conjunción de factores, ésta tendrá una mayor relevancia que otras que se podrían definir, pero que presenta un color menos intenso. Es decir, porque provienen de la conjunción de factores que tienen poco impacto sobre el control de rendimientos. El blanco indica la ausencia de importancia de la posible estrategia porque uno o los dos factores que definen dicha intersección o posible estrategia tienen un valor 0, o lo que es igual son irrelevantes para el sistema. Los valores numéricos se pueden consultar en la matriz que está junto con las tablas originales del DAFO de cada asociación en la memoria que se adjunta con el informe como ANEXO 2. Los tipos de estrategias se han dividido en bloques de color. Por un lado, en rojo, tenemos las estrategias DA, es decir, aquellas que combinan amenazas y debilidades, y que hay que evitar. Por otro, en azul, aparecen las estrategias FO que aúnan las FORTALEZAS con las OPORTUNIDADES. En naranja aparecen los dos tipos de estrategias que aúnan aspectos positivos y negativos; por un lado las estrategias FA que buscan minimizar las amenazas haciendo uso de las fortalezas y, por último, las DO que persiguen explotar las oportunidades para minimizar las debilidades.

Si observamos la matriz globalmente, analizando todas las asociaciones como una población única, no parece existir una discriminación clara en cuanto a que tipo de estrategias de los

anteriormente mencionados, cobra una mayor relevancia. Todos los bloques de la matriz DAFO presentan intensidades altas y bajas de color.

Hay varias asociaciones, como es el caso de ACRUGA, FERPAM y ARAPARDA, para las cuales la priorización es compleja porque muchas de las posibles estrategias se perciben como importantes o muy importantes (colores intensos). En el otro lado, aparece MORUCHA, en la que genera la situación contraria, en la matriz DAFO de MORUCHA ninguna de las estrategias que podrían identificarse serían lo suficientemente relevantes, como para esperar un impacto en el control de rendimientos.

Una de las debilidades identificada por varias asociaciones es la pérdida de motivación del ganadero por participar de una forma activa en los controles de rendimientos. Esto se traduce en una reducción del número de datos y para AECRANI también, de la calidad de los mismos. Esta debilidad, coincide con la apuesta (OPORTUNIDAD) de la administración para financiar los controles de rendimientos y programas de mejora. Es evidente que una línea estratégica particularmente enfocada por un lado a la concienciación de los ganaderos hacia la necesidad de la toma de datos de manera sistemática y rigurosa, datos que además le son útiles a la hora de tener un mayor control sobre su ganadería y tomar decisiones más informadas, podría ser de interés para todas las asociaciones. Por otro a promover la reducción de la burocracia facilitando la toma de datos con dispositivos móviles que facilita su envío y mejora su veracidad; y por último, promover programas de formación continuada de ganaderos más tecnificados y de personal técnico que de alguna manera pueda influir en la toma de decisiones de los ganaderos, puede propiciar un ambiente en el que la obtención de datos y la utilización de las herramientas genéticas sea una realidad.

Aunando amenazas y fortalezas se identifica una estrategia para AECRANI y ASEAVA que podría favorecer al resto de las asociaciones. Promover la creación de estructuras integradas bajo una IGP o una marca propia y potenciar las existente; ligarlas a los controles de rendimientos que permitan la obtención de características de calidad de canal y de carne, se presenta como una de las estrategias claras para que el sistema de precios sea una función de la calidad de la canal y de la carne. Este escenario podría propiciar, con un esfuerzo colaborativo de las asociaciones de razas autóctonas propiciando el uso de instalaciones y sistemas comunes de evaluación, una estratificación de precios en función de la calidad de la canal y de la carne con una orientación hacia un mercado común que valore el producto de raza autóctona, fidelice al consumidor y su demanda y le dé un valor añadido al producto que repercuta sobre el productor. De esta manera, se puede conseguir una oferta de productos distintos según su origen para adecuarse a la heterogeneidad de gustos del mercado, pero con calidades homogéneas que pueden ser propiciadas por la selección genética hecha por el productor.

Todas las asociaciones han expresado debilidades ligadas a limitaciones económicas a la hora de mantener los controles de rendimientos con la información que ahora generan y/o generar nuevos fenotipos; muchas de ellas también han manifestado oportunidades que pueden provenir del valor de sus reproductoras en el mercado por lo cual, la apuesta de las asociaciones participantes de esta encomienda por sistematizar la toma de datos que propicie la definición de caracteres ligados a la fertilidad y a la longevidad funcional (Apartado 4) es una estrategia que puede favorecer la mejora de éstos caracteres en estas poblaciones y, por lo tanto, la reducción de los costes de producción de las explotaciones. Si además se promueve la necesidad de acompañar la venta de estas hembras con los resultados de su evaluación genética, instalando así la cultura de ofrecer una garantía de calidad, pueden revalorizarse dichas hembras en el mercado.

Esta matriz DAFO puede ser de interés para cada una de las asociaciones que conociendo en profundidad sus estructuras, estarán en una mejor posición de identificar estrategias viables que puedan contribuir a la mejora de la rentabilidad de sus ganaderos, manejando la información que les suministra los controles de rendimientos y haciendo uso de las herramientas que les proveen sus programas de mejora.

Conclusiones

- El análisis DAFO de cada una de las asociaciones ha identificado debilidades que son de tres tipos aquellas ligadas al ganadero y su perfil, a la financiación y a problemas estructurales. Luchar contra estos distintos tipos de debilidades va a requerir estrategias globales en las cuales se contemplen la interacción de los tres componentes.
- Las amenazas identificadas están relacionadas fundamentalmente con la ausencia de un sistema de precios en función de la calidad de canal y de carne así como la reducción de estímulos económicos que permita dar continuidad a los controles de rendimientos.
- Las dos fortalezas mayoritariamente destacadas son la buena formación de sus técnicos así como el tener una estructura ligada al control de rendimientos y las valoraciones genéticas bien asentadas.
- La valoración de las oportunidades es muy heterogénea aunque existen algunas coincidencias que tienen que ver con el reconocimiento que el mercado hace de la carne y de las reproductoras de estas razas.
- Se han definido tres estrategias globales promoviendo la integración de la cadena de producción de manera que se pueda crear un escenario para la obtención de características de calidad de canal y de carne. Dicha integración ha de verse favorecida por la colaboración entre asociaciones, la búsqueda de motivación de los ganaderos y el apoyo de las administraciones para establecer programas de formación y la creación de



herramientas de uso en el campo que propicien la reducción de la carga burocrática y le permita al ganadero la toma de decisiones en tiempo real.

Literatura citada

Hill T. and Westbrook R., 1997. SWOT analysis: It's time for a product recall. Long Range Planning 30: 46-52.

Wehrich H. 1982. The TPWS Matrix - A tool for situational analysis. Long Range Planning 15: 54-66.



1.3. – Análisis de las actitudes de los ganaderos hacia las herramientas genéticas-genómicas.

La actitud de los ganaderos hacia las herramientas de selección genética es un motor clave de la aceptación y uso de las mismas y, por ello, es un componente fundamental del desarrollo de los programas de mejora genética en el sector ganadero (Nielsen et al., 2013; Ragkos et al., 2015). En esta línea, entender la actitud de los ganaderos respecto a las herramientas de mejora genética puede arrojar luz sobre su proceso de toma de decisiones relacionadas con la selección genética, especialmente con el uso de las herramientas a su disposición y su participación en los programas de selección.

Objetivo

El objetivo es analizar la actitud de los ganaderos en relación a las herramientas de selección genética como indicador de la disposición de los ganaderos a considerar las herramientas de selección actuales y a incorporar nuevas en la toma de decisiones de selección. Así como identificar espacios de mejora en los programas de selección, y evaluar las necesidades y repercusión de los programas de formación técnica de los ganaderos promovidos por las asociaciones o los servicios de extensión agraria.

Procedimiento de Trabajo

Uno de los mayores problemas en el estudio de la actitud de los ganaderos respecto a las herramientas de mejora genética es la falta de un método de referencia que permita el análisis de la evolución temporal de dichas actitudes y su comparación entre grupos de ganaderos con diferentes razas o especies. El análisis y medida de las actitudes personales es un campo científico que los psicólogos han estudiado y desarrollado desde mediados del siglo pasado, por lo que los métodos, herramientas y modelos estadísticos para su análisis están bien desarrollados y disponibles (Thurstone, 1959; Fabrigar et al., 1995).

Para el desarrollo de este apartado D. Martín-Collado, G. Benito Ruiz, D. Ondé Pérez (ANEXO 3) han desarrollado una escala actitudinal ex profeso para este estudio siguiendo los métodos, herramientas y modelos estadísticos desarrollados y contrastados en el campo de la psicometría. Dicha escala, como medida de referencia estándar, permite evaluar la evolución temporal de la actitud de los ganaderos, así como comparar dicha actitud entre diferentes grupos de ganaderos dentro y entre razas, especies, y regiones. La escala está contenida en una encuesta que contiene además una serie de preguntas para definir el perfil de los ganaderos y su explotación. Para más detalles sobre el desarrollo de las escalas actitudinales y la validación de la encuesta ver ANEXO 3.1.



Se realizaron un total de 392 encuestas a ganaderos de 7 razas de vacuno de carne: Asturiana de Valles, Avileña-Negra Ibérica Morucha, Parda de Montaña, Pirenaica, Retinta y Rubia Gallega (Tabla 1.3.1). La base de datos inicial se depuró de acuerdo a dos criterios. Primero, se eliminaron aquellas encuestas con más de 3 valores perdidos en las preguntas correspondientes a los enunciados de actitud. Segundo, se consideró que aquellas razas con menos de 20 encuestados no son una muestra suficientemente representativa de la población de ganaderos de la raza (Morucha y Retinta) por lo que no se incluyen en el análisis de resultados. Finalmente se analizaron 315 encuestas correspondientes a las razas Asturiana de los Valles (n=55), Avileña-Negra Ibérica (n=26), Parda de Montaña (n=30), Pirenaica (n=68) y Rubia Gallega (n=136). Téngase en cuenta que no es posible determinar la calidad del muestreo en términos metodológicos, por lo que pueden existir ciertos sesgos en la selección de los ganaderos encuestados que afecten la representatividad de los resultados.

Tabla 1.3.1. Encuestas totales realizadas a ganaderos de vacuno de carne y número de encuestas incluidas en el análisis en cada una de las razas

Razas	Inicial	Definitivas*	Internet	Papel
Asturiana de Valles	59	55	3	52
Avileña-Negra Ibérica	26	26	26	
Morucha**	7	6	6	
Parda de Montaña	67	30	2	28
Pirenaica	77	68	27	41
Retinta**	4	4	4	
Rubia Gallega	149	136	30	106
Otros**	3	3	2	1
Total	392	328	100	228

*No se consideraron en el análisis encuestas con más de 3 valores perdidos en las preguntas correspondientes a los enunciados de actitud.

**Razas con menos de 20 encuestas se excluyeron del análisis por falta de representatividad.

Debido al tamaño de la muestra, la extrapolación de los resultados de la raza Avileña-Negra Ibérica y Parda de Montaña debe considerarse con cautela.

Resultados

Actitud respecto a aspectos concretos descritos en la encuesta

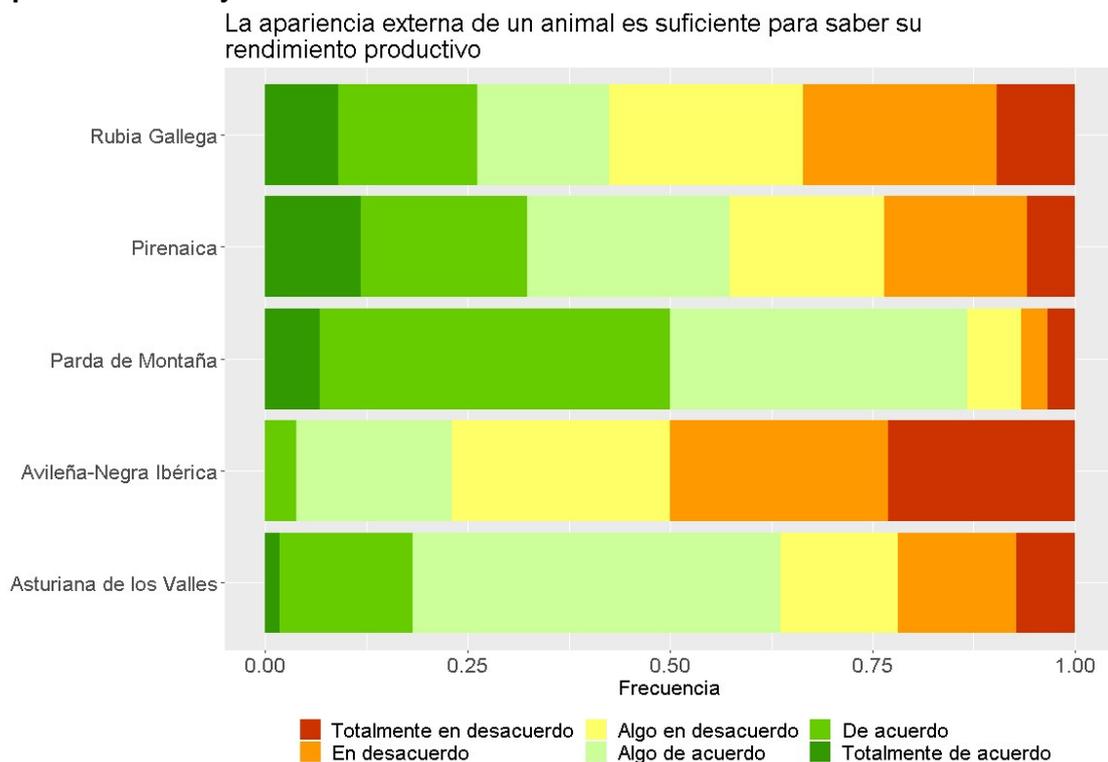
Se incluyen a continuación los resultados de las preguntas relativas a los distintos aspectos actitudinales explorados en la encuesta. Las figuras 1.3.1a y 1.3.1b conciernen a la actitud de los ganaderos respecto a la mejora tradicional (basada en la selección por caracteres fenotípicos), las figuras 1.3.2a a 1.3.2f, respecto a la mejora genética y genómica y por



último, las figuras 3 y 4 son relativas a la actitud de los ganaderos respecto a la conservación de los estándares raciales y el cruzamiento.

En general, la actitud de los ganaderos respecto a las bases de la selección tradicional es bastante heterogénea encontrándose todas las posiciones actitudinales y de forma bastante equilibrada en la mayoría de las razas (Figuras 1.3.1a y 1.3.1b). En cambio, los ganaderos de la raza Parda de Montaña tiene una actitud más homogénea y positiva ante la selección tradicional; más del 80% están de acuerdo que la apariencia del animal es suficiente para saber cuál va a ser su rendimiento y que la apariencia externa de las crías indica perfectamente lo bueno que son los padres. Por el contrario, la mayoría de los ganaderos de la raza Avileña-Negra Ibérica encuestados (aprox. 75%) mantuvieron la posición contraria en relación a la apariencia externa de los padres.

Figura 1.3.1a. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora tradicional



La actitud general de los ganaderos respecto a los diferentes aspectos considerados en relación a la mejora genética y genómica es manifiestamente positiva (1.3.2a a 1.3.2f). La mayoría de los ganaderos considera que los valores genéticos y genómicos y los índices de selección son herramientas útiles para aumentar el rendimiento de los animales y que deben aprovecharse las oportunidades que las nuevas herramientas genómicas ofrecen. Sin



embargo, alrededor de la mitad de los ganaderos consideran que no son el único método que se debe utilizar, ni que lo será en el futuro (Figura 1.3.2e). Este sentir es corroborado por la alta y parecida importancia que los ganaderos dieron a distintos criterios de selección relacionados con la apariencia externa, el rendimiento de los animales y los valores genéticos (Tabla 1.3.9). En la sección 5.2 se profundiza en la relación entre la actitud hacia la selección tradicional y hacia la selección genética y genómica.

Por último, la mayoría de los ganaderos de todas la razas consideraron que es muy importante mantener las características raciales de los animales (Figura 1.3.3). Sin embargo hay diferencias entre razas respecto al apoyo al cruzamiento como método para aumentar la rentabilidad de los animales. Mientras que la mayoría de ganaderos de Asturiana de los Valles, Pirenaica y Rubia Gallega consideran que se debe evitar el cruzamiento, la mayor parte de los ganaderos de Avileña-Negra Ibérica y Parda de Montaña consideran lo contrario (Figura 1.3.4). En consecuencia con esta actitud, se observa que los ganaderos de estas dos razas, practican el cruzamiento de forma habitual, como indica que el porcentaje de toros de otras razas en la explotaciones sea alrededor del 40% de media, muy por encima del de las otras razas (Tabla 1.3.2).

Figura 1.3.1b. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora tradicional

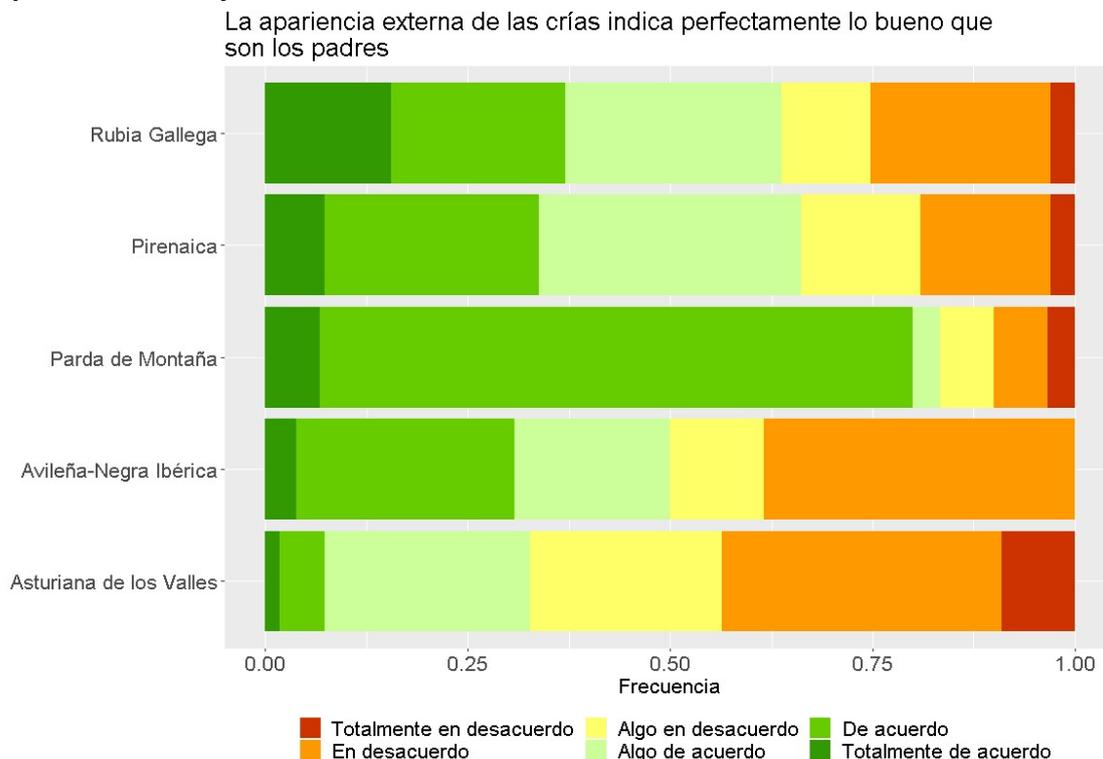




Figura 1.3.2a. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genéticas

El uso de valores genéticos para seleccionar animales aumenta su rendimiento productivo mejor y más rápido que otros métodos de selección

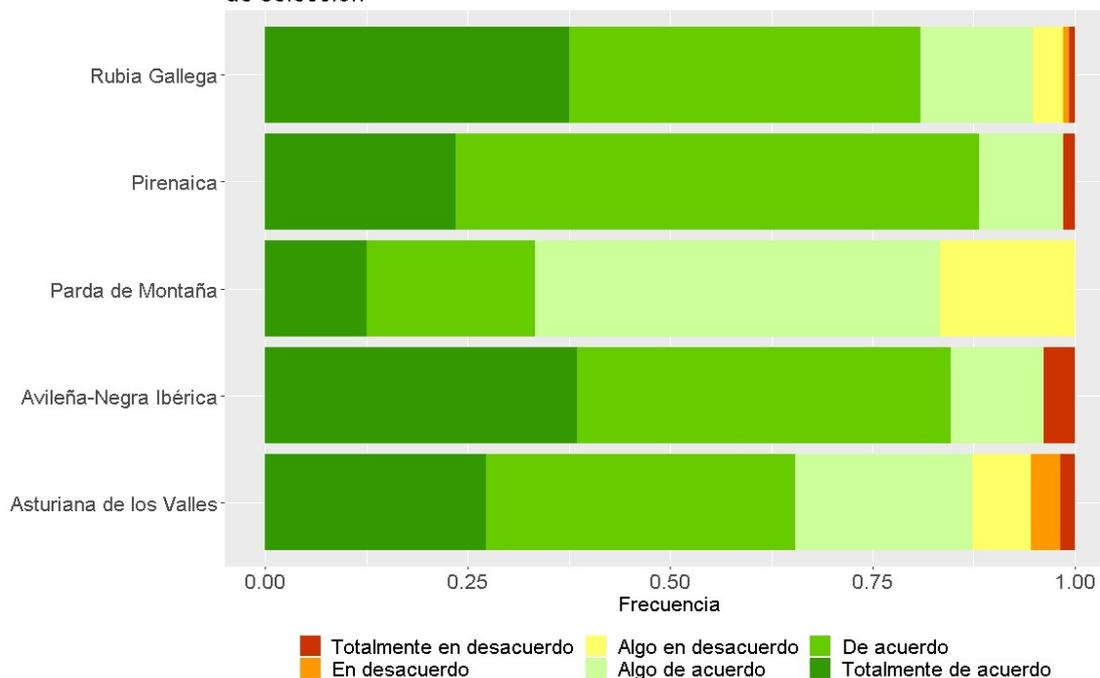


Figura 1.3.2b. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genéticas

Utilizar un índice que combine el valor genético de diferentes caracteres es la mejor forma de resumir el valor genético de los animales

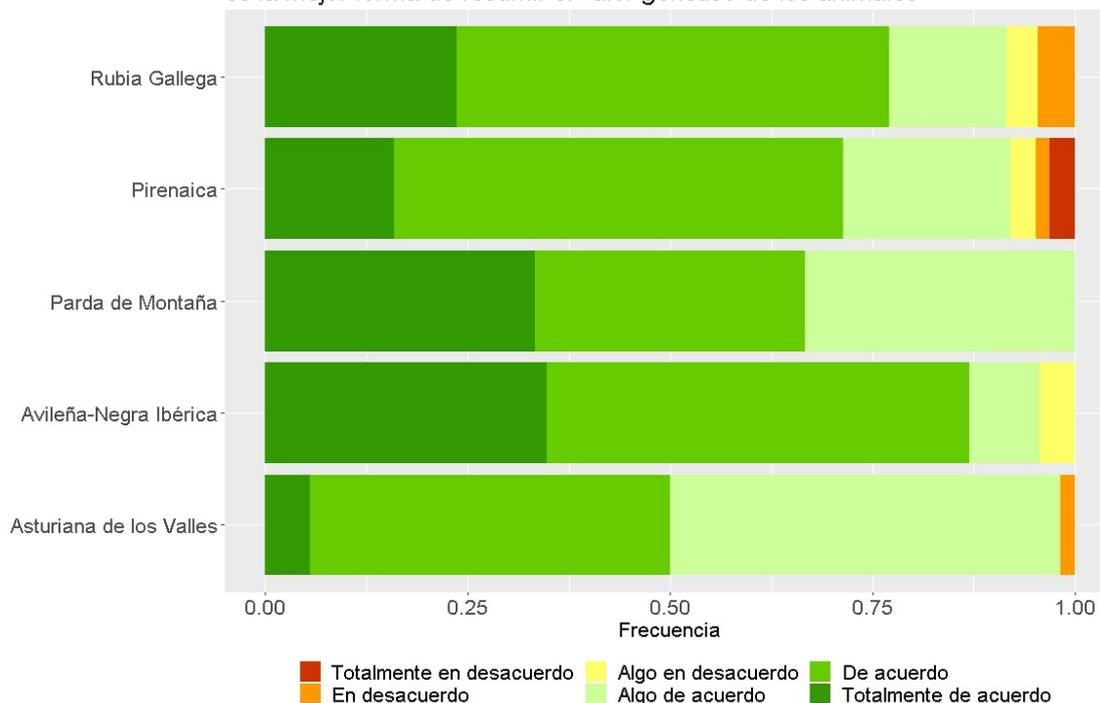




Figura 1.3.2c. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos

El uso de la selección genómica y de genes específicos para seleccionar animales aumentará el rendimiento productivo del vacuno de carne más y mejor que cualquier otro método

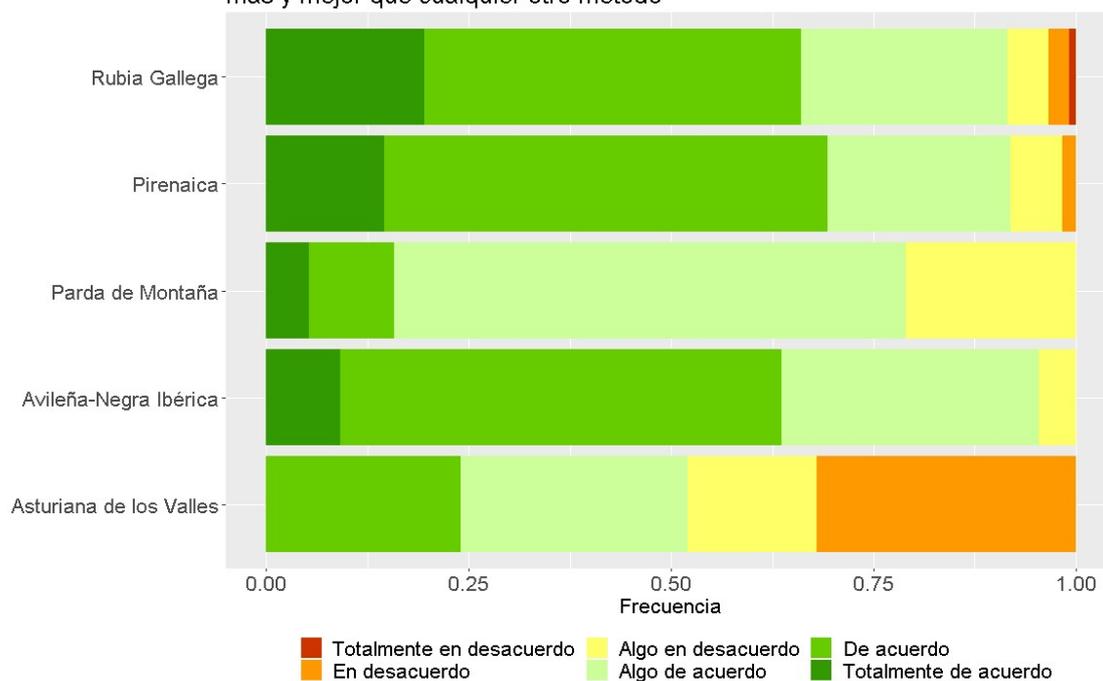




Figura 1.3.2d. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos

Es importante aprovechar completamente las oportunidades que ofrecen la información genómica y de genes específicos para el vacuno de carne

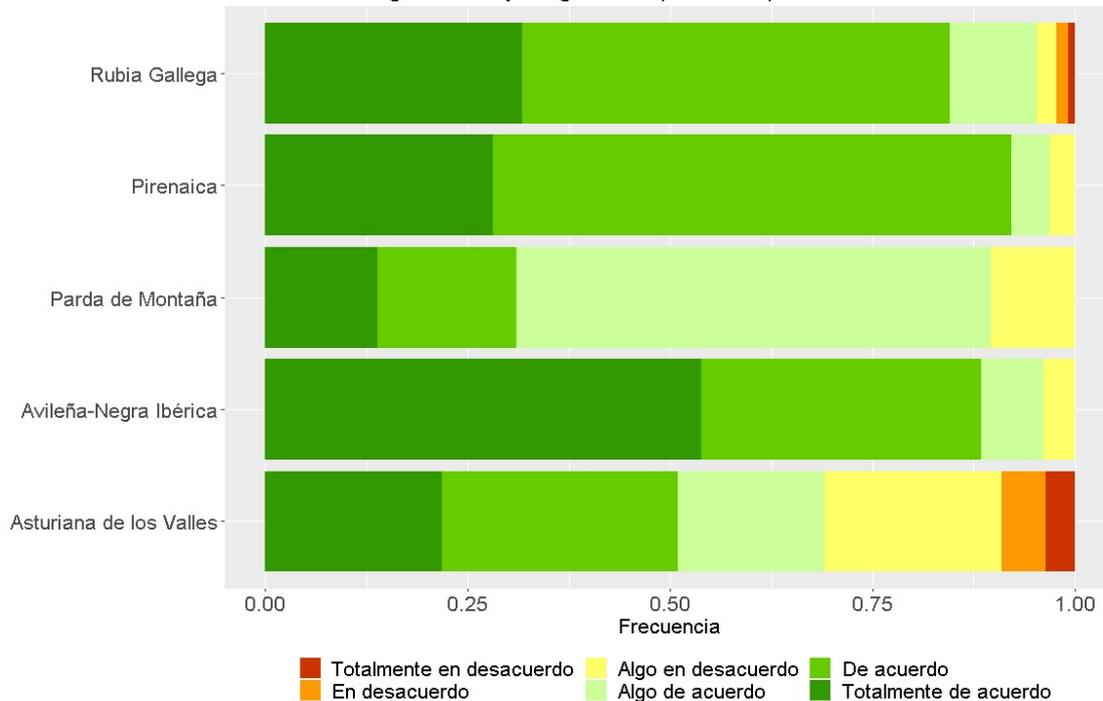


Figura 1.3.2e. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos

En el futuro, la selección genómica y los genes específicos será lo único que se utilizará para seleccionar los toros y las vacas

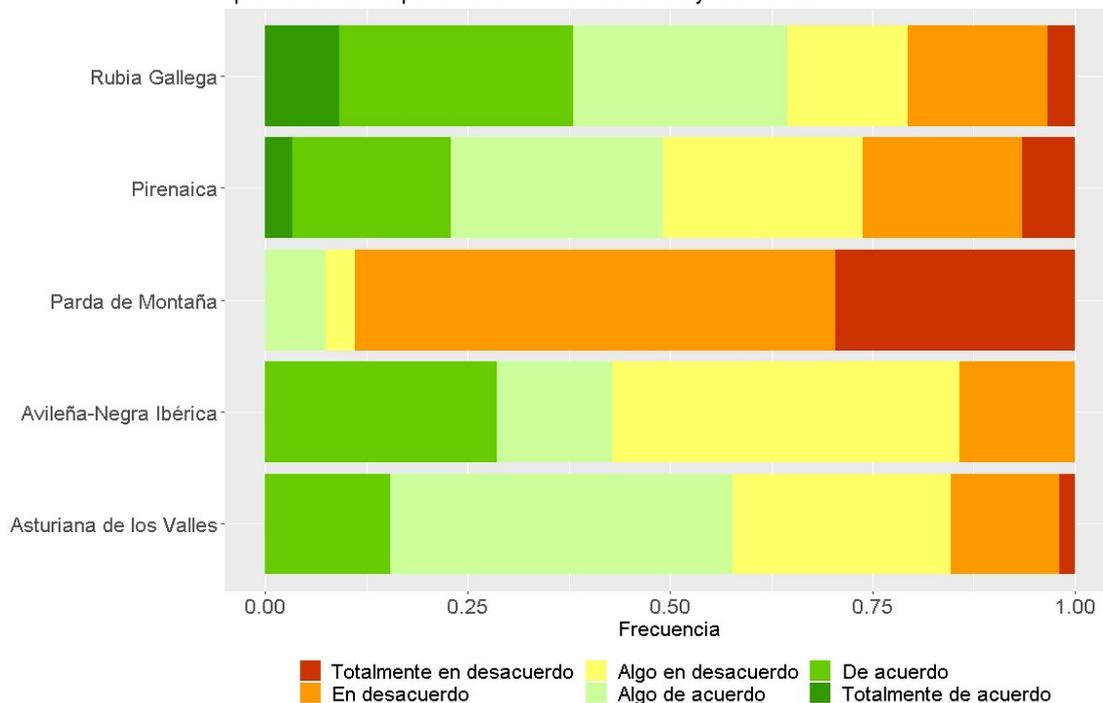




Figura 1.3.2f. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos

Es importante aprovechar completamente las oportunidades que ofrecen las nuevas herramientas desarrolladas para la mejora genética de vacuno de carne (transcriptómica, epigenómica, redes de regulación génica y metagenómica)

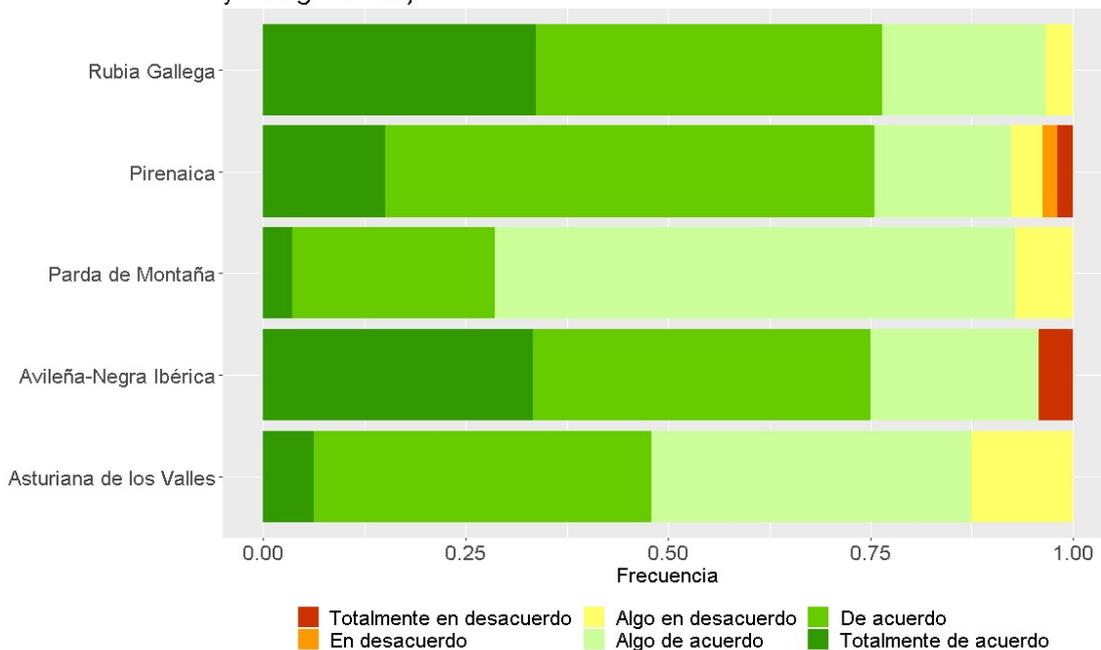


Figura 1.3.3. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto al mantenimiento de los estándares raciales

Es muy importante mantener las características raciales de los animales

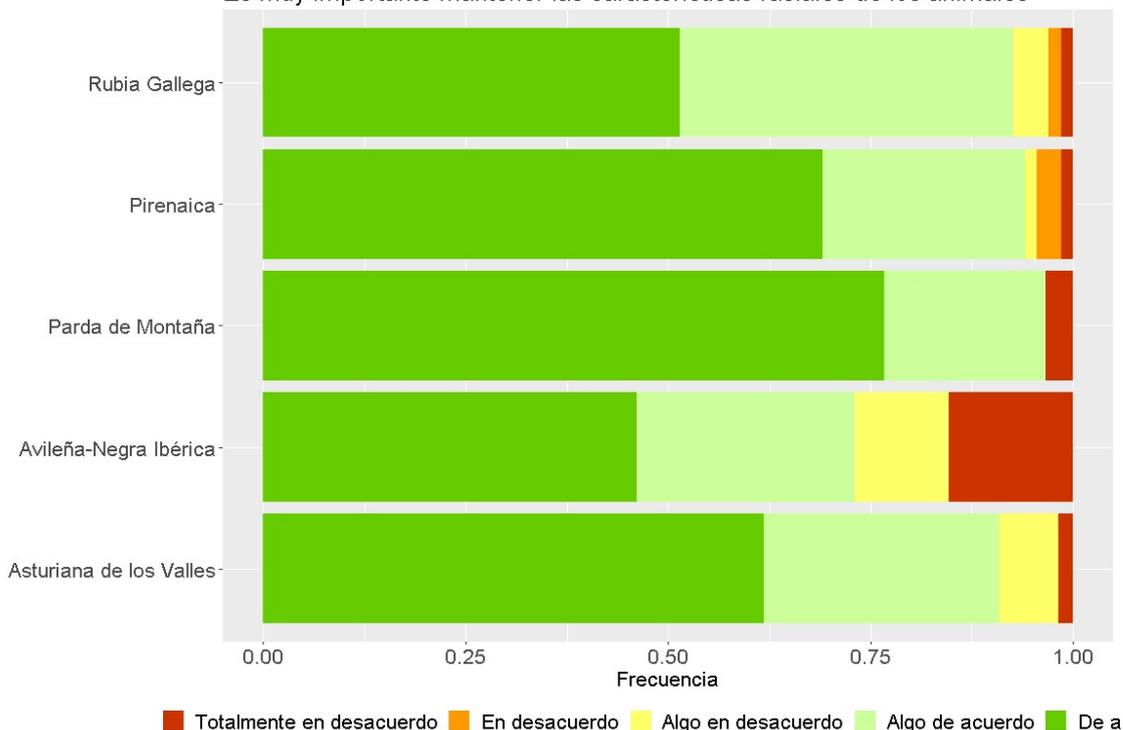
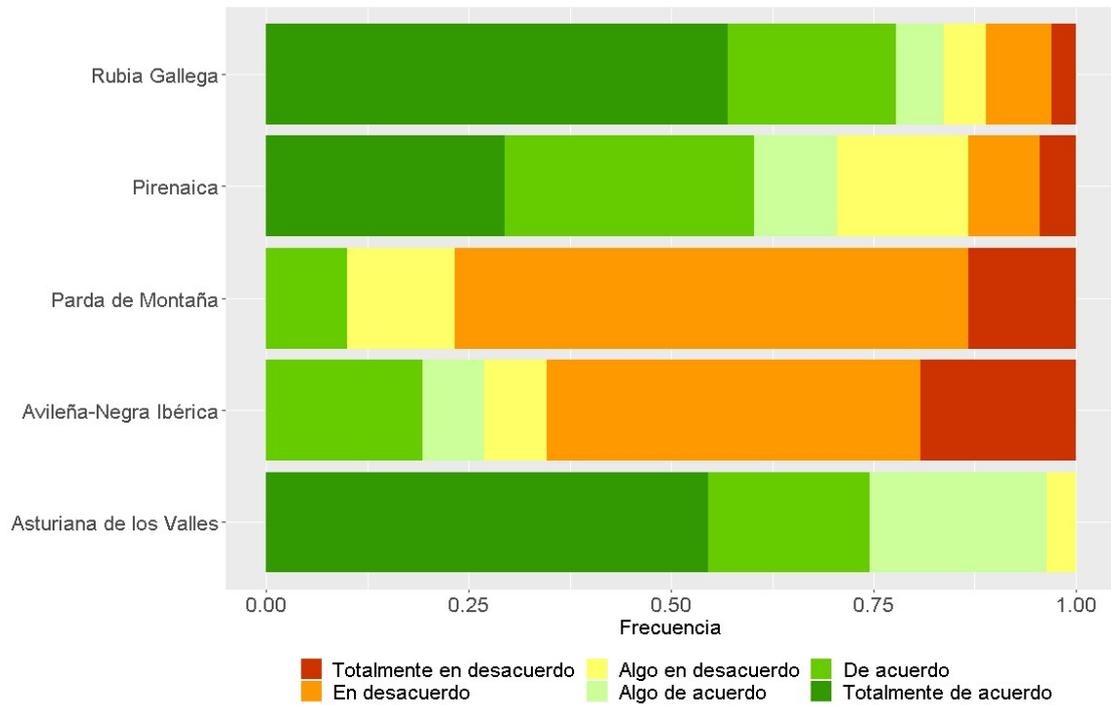




Figura 1.3.4. Posición actitudinal de los ganaderos de vacuno de carne respecto al cruzamiento como medio para mejorar los rendimientos

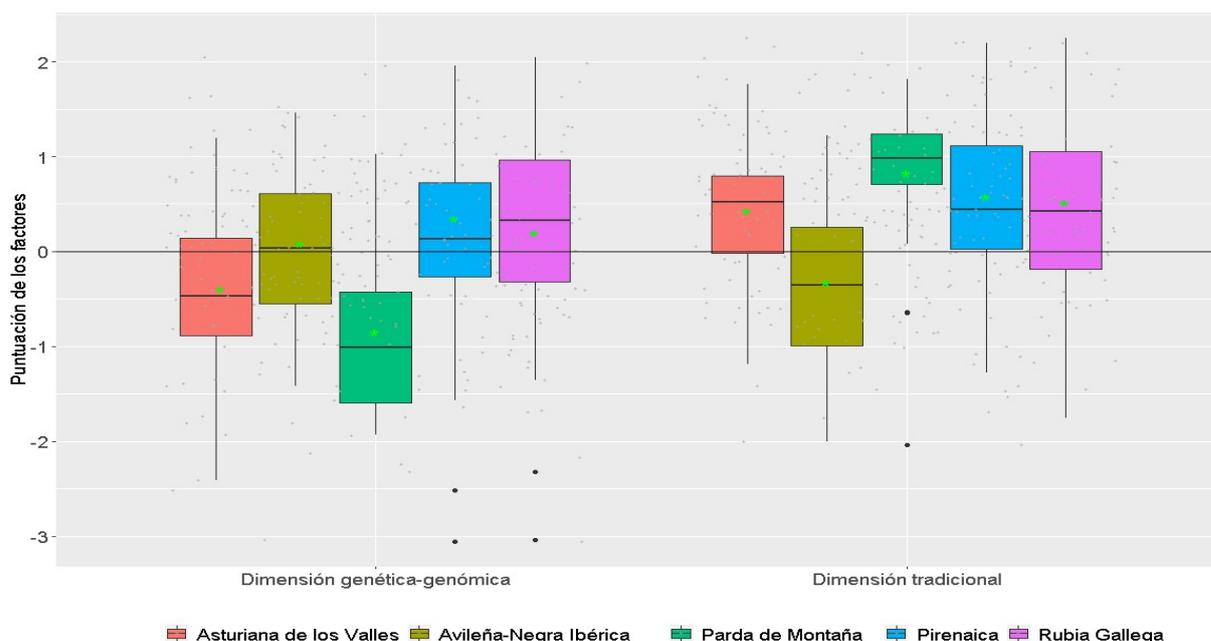
Debe evitarse el cruce de animales de distintas razas si se quiere mejorar los rendimientos de los animales



Paradigmas actitudinales

Las figuras 1.3.5, 1.3.6, y 1.3.7 muestran la relación entre los diferentes paradigmas actitudinales (dimensiones factoriales de la escala actitudinal; ver Metodología) en la población de ganaderos estudiada en las diferentes razas. La figura 1.3.5 representa la distribución para cada raza de las puntuaciones de los factores de la actitud hacia la mejora tradicional (paradigma tradicional de aquí en adelante) y de la actitud hacia la mejora genética y genómica (paradigma genético-genómico). Nótese que los factores representan variaciones respecto a la media de la población estudiada de forma que los valores por encima de cero significan que el ganadero en cuestión tiene una actitud más positiva que la media, y al contrario, para los valores negativos. La figura 6 representa el grado de acuerdo y desacuerdo medio con los enunciados que componen el paradigma tradicional (Figuras 1.3.1a y 1.3.1b) y el paradigma genético-genómico (Figuras 1.3.2a-1.3.2f).

Figura 1.3.5. Puntuación de los factores del paradigma genético-genómico y del paradigma tradicional de las actitudes de los ganaderos respecto a las herramientas de selección



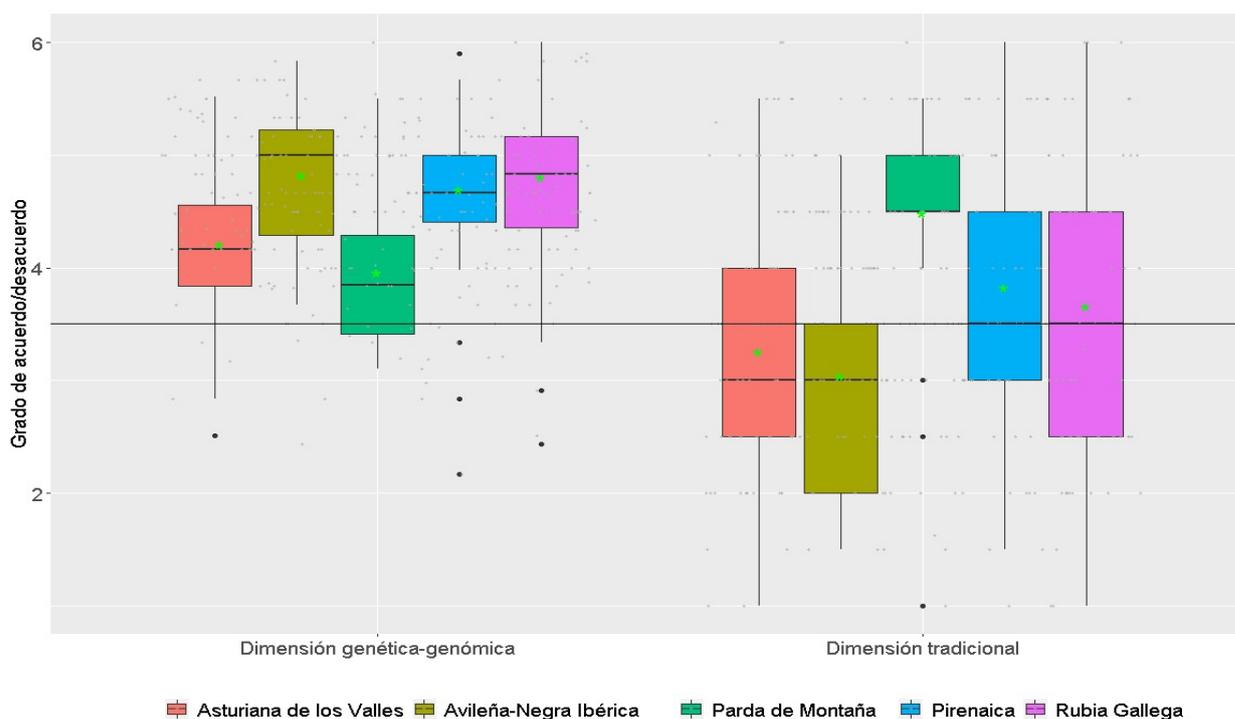
El límite inferior de la caja señala el cuartil Q1 y el superior el Q2. La línea dentro de las cajas señala la mediana y los asteriscos señalan las medias. Valores por encima de cero en eje Y significan que el ganadero tiene una actitud más positiva que la media, y al contrario, para los valores negativo.

Se observa que aunque existen diferencias entre razas, también existe una alta heterogeneidad entre los ganaderos de una misma raza, sobre todo en relación al paradigma tradicional (Figura 1.3.6), salvo en el caso de la Parda de Montaña, cuyos ganaderos tienen una actitud manifiestamente positiva hacia el paradigma tradicional y más negativa que el resto de razas respecto al paradigma genético-genómico. En cuanto al paradigma genético-

genómico hay una menor heterogeneidad, pero esta es todavía relevante en la parte positiva de las actitudes.

Para estudiar cómo se relacionan las dos paradigmas actitudinales en cada ganadero se calculó un índice (puntuación del factor paradigma genético-genómico menos puntuación de factor paradigma tradicional), que representa la actitud relativa de los ganaderos respecto a ambos paradigmas (Figura 1.3.7). Valores positivos del índice representan una actitud más positiva hacia el paradigma genético-genómico que hacia el tradicional y al contrario para los valores negativos. Valores positivos extremos representaría ganaderos con una actitud clara de apoyo a la selección genética y genómica y de rechazo de la tradicional, y al contrario en los valores extremos negativos. Los valores intermedios representarían a aquellos ganaderos que consideran complementarias ambas aproximaciones a la mejora genética.

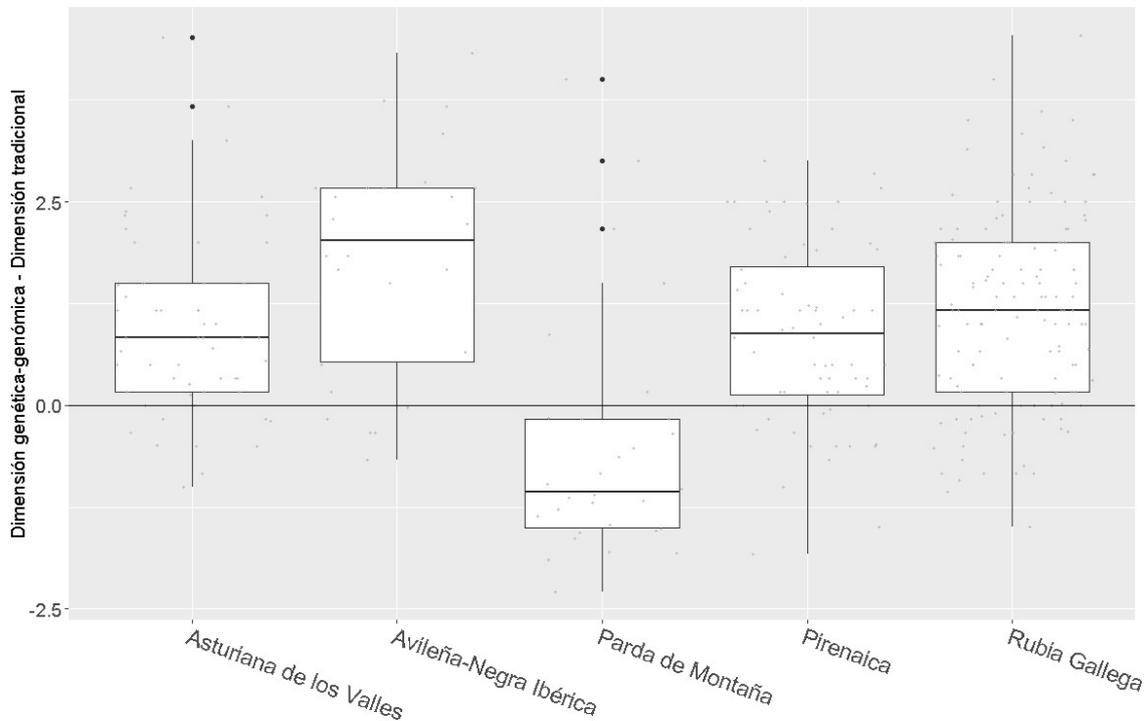
Figura 1.3.6. Grado de acuerdo con los enunciados que componen el paradigma genético-genómico y el paradigma tradicional de las actitudes de los ganaderos



El límite inferior de la caja señala el cuartil Q1 y el superior el Q2. La línea dentro de las cajas señala la mediana y los asteriscos señalan las medias. Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-Algo de acuerdo, 5-De acuerdo y 6-Totalmete de acuerdo.

En general prevalecen los ganaderos con posiciones intermedias, normalmente con actitudes ligeramente más positivas respecto al paradigma genético-genómico, salvo en el caso de la Parda de Montaña. Sin embargo, aparecen algunos ganaderos con perfiles actitudinales más extremos en cuanto al paradigma genético-genómico que al tradicional, especialmente en las razas Avileña-Negra Ibérica y Rubia Gallega.

Figura 1.3.7. Actitud relativa de los ganaderos respecto al paradigma genético-genómico y paradigma tradicional



Valores por encima de cero en eje Y significan que el ganadero tiene una actitud más positiva hacia el paradigma genético-genómico que hacia el tradicional y al contrario para los valores negativos. El límite inferior de la caja señala el cuartil Q1 y el superior el Q2. La línea dentro de las cajas señala la mediana.

Criterios de selección de reproductores

El análisis de la importancia de los criterios de selección a la hora de comprar toros o seleccionar animales de reposición no ayudó a discernir con demasiada claridad entre los criterios de mayor importancia dado que los ganaderos tendieron a dar un valor alto y estadísticamente igual a varios criterios. Esta es una tendencia habitual en las respuestas a las preguntas que valoran aspectos por separado, en vez de comparaciones dos a dos. A pesar de esta limitación se observaron tendencias claras. La tabla 1.3.2 muestra las diferencias estadísticas entre razas para cada criterio, mientras que las tablas 1.3.3a y 1.3.3b muestran las diferencias estadísticas entre criterios para cada raza por separado.

En general, los ganaderos de la mayoría de las razas dieron una importancia alta e igual como criterios de selección, a la apariencia externa, el estándar racial y los caracteres de rendimiento. Los ganaderos de las razas Avileña-Negra Ibérica, Pirenaica y Rubia Gallega dan en promedio el mismo valor a los valores genéticos que a los anteriores tres criterios. En cambio, en la raza Asturiana de Valles los valores genéticos aparecen en segundo lugar, aunque con importancia reseñable (7.4 sobre 10). Finalmente, los ganaderos de la raza



Parda de Montaña consideraron que los valores genéticos son los criterios con menor importancia de todos los analizados (2.2 sobre 10).

Tabla 1.3.2. Importancia* que los ganaderos dan a distintos criterios de selección; diferencias estadísticas entre criterios para cada raza.

Criterio		Asturiana	Avileña-	Parda de	Pirenaica	Rubia
		de los Valles	Negra Ibérica	Montaña		Gallega
Apariencia externa	Media	9.2	8.6	9.6	8.2	8.4
	ρ	1.0a	1.3a	0.7a	1.7a	1.5a
Estándar racial	Media	8.8	8.4	9.7	8.2	8.3
	ρ	1.4a	1.7ab	0.7a	1.8a	1.6a
Características de rendimiento	Media	7.9	8.5	9.8	8.2	8.0
	ρ	1.7ab	1.8ab	0.7a	1.6a	1.9a
Valores genéticos	Media	7.4	7.2	2.2	7.7	7.9
	ρ	1.8b	2.7abc	2.5b	2.3ab	2.0a
Precio	Media	8.3	6.9	9.7	6.7	6.9
	ρ	2.2ab	2bc	1.2a	2.1b	2.6b
Prestigio del criador	Media	6.0	7.2	9.0	7.3	6.6
	ρ	2.5d	2.1abc	1.3a	2.5ab	2.9b
Recomendación del criador	Media	5.9	6.5	9.4	7.5	6.3
	ρ	2.3d	2.3c	1.4a	2.1ab	2.8b

*Escala de 1 a 10, siendo 1 "ninguna importancia" y 10 "extremadamente importante". Valores con la misma letra para cada columna no tienen diferencias estadísticas de acuerdo al test ANOVA para una $p < 0.01$

Tabla 1.3.3a. Importancia* que los ganaderos dan a distintos criterios de selección; diferencias estadísticas entre razas.

Raza	Apariencia externa		Estándar racial		Características de rendimiento		Valores genéticos	
	Media	ρ	Media	ρ	Media	ρ	Media	ρ
	Asturiana de los Valles	9.2	1.0ab	8.8	1.4b	7.9	1.7b	7.4
Avileña-Negra Ibérica	8.6	1.3bc	8.4	1.7b	8.5	1.8b	7.2	2.7a
Parda de Montaña	9.6	0.7a	9.7	0.7a	9.8	0.7a	2.2	2.5b
Pirenaica	8.2	1.7c	8.2	1.8b	8.2	1.6b	7.7	2.3a
Rubia Gallega	8.4	1.5c	8.3	1.6b	8.0	1.9b	7.9	2a

*Escala de 1 a 10, siendo 1 "ninguna importancia" y 10 "extremadamente importante".
Valores con la misma letra para cada columna no tienen diferencias estadísticas de acuerdo al test ANOVA para una $p < 0.01$.

Globalmente, el precio y el prestigio del criador y su recomendación tiene una importancia menor al resto de los criterios analizados, aunque existen diferencias entre razas (Tabla 1.3.3b). El precio es un criterio de primera importancia para los ganaderos de Asturiana de



los Valles y Parda de Montaña, en cambio están entre los criterios de menor importancia en el resto de las razas. El prestigio y la recomendación del criador tienen también una gran importancia para los ganaderos de Parda de Montaña, en cambio están entre los de menor importancia en el resto de razas.

Tabla 1.3.3b. Importancia* que los ganaderos dan a distintos criterios de selección; diferencias estadísticas entre razas

Raza	Precio		Prestigio del criador		Recomendación del criador	
	Media	ρ	Media	ρ	Media	ρ
Asturiana de los Valles	8.3	2.2b	6.0	2.5b	5.9	2.3c
Avileña-Negra Ibérica	6.9	2.0c	7.2	2.1b	6.5	2.3bc
Parda de Montaña	9.7	1.2a	9.0	1.3a	9.4	1.4a
Pirenaica	6.7	2.1c	7.3	2.5b	7.5	2.1b
Rubia Gallega	6.9	2.6c	6.6	2.9b	6.3	2.8c

*Escala de 1 a 10, siendo 1 “ninguna importancia” y 10 “extremadamente importante”.

Valores con la misma letra para cada columna no tienen diferencias estadísticas de acuerdo al test ANOVA para una $p < 0.01$.

En la tabla 1.3.4 y Figuras 1.3.8 y 1.3.9 se analiza en profundidad la relación entre la importancia que los ganaderos dan a los distintos criterios de selección, que se entiende reflejan en mayor o menor medida como seleccionan los animales, y su actitud ante los dos paradigmas actitudinales de la mejora genética. Así este análisis refleja a grandes rasgos la relación entre la actitud de los ganaderos y sus acciones.

Globalmente los resultados son como cabría esperar (Tabla 1.3.4), cuanto más positiva es la actitud de los ganaderos hacia el paradigma tradicional mayor es la importancia que tienden a dar a la apariencia externa como criterio de selección, y cuando más positiva es la actitud hacia el paradigma de la genética-genómica, mayor importancia tienden a dar a los valores genéticos como criterio de selección. Existe bastante variabilidad en estas tendencias como reflejan los valores medio-bajos de las correlaciones (Figuras 1.3.8 y 1.3.9). Por otro lado, se observa que la actitud hacia el paradigma tradicional esta correlacionada positivamente con el estándar racial, el prestigio del criador y su recomendación como criterios de selección. Por último, se observa que ni la apariencia externa está relacionada con el paradigma genético-genómico, ni los valores genéticos con el paradigma tradicional, lo cual es un reflejo de que son dimensiones actitudinales independientes.



Tabla 1.3.4. Matriz de correlaciones de Pearson entre actitud de los ganaderos ante los paradigmas de la mejora genética y la importancia que le dan a distintos criterios de selección

Criterios de selección	Paradigmas actitudinales	
	Genético-genómico	Tradicional
Apariencia externa	-0.05	0.32
Estándar racial	0.08	0.23
Características de rendimiento	0.12	0.14
Precio	-0.25	0.18
Valores genéticos	0.49	-0.02
Prestigio del criador	0.05	0.21
Recomendación del criador	-0.04	0.28

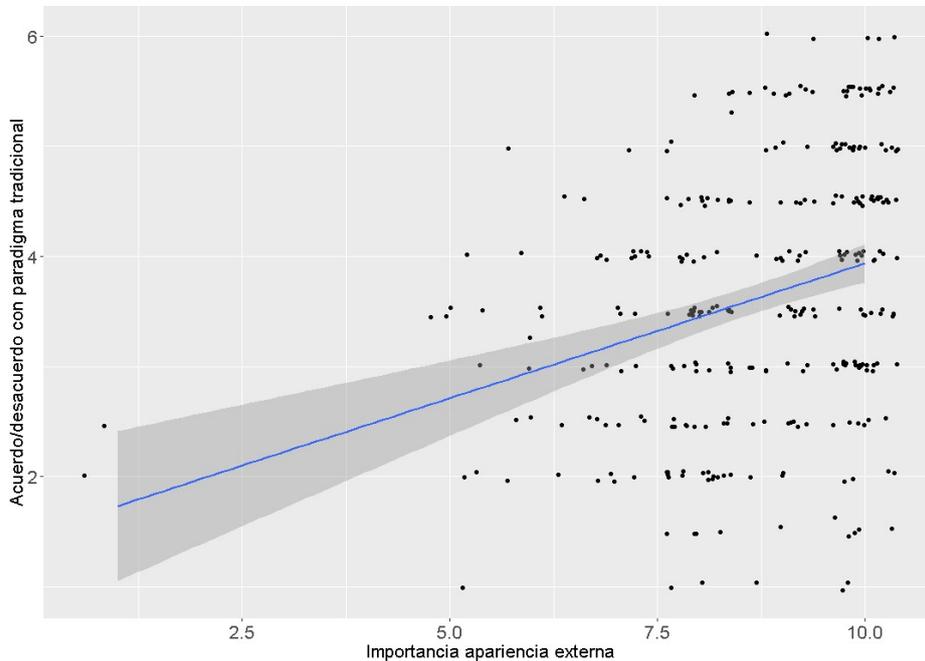
En las figuras 1.3.8 y 1.3.9 se analiza un poco más en profundidad la relación entre la actitud hacia el paradigma tradicional y hacia el paradigma genético-genómico y la apariencia externa y los valores genéticos, como criterio de selección, respectivamente. Se observan varias tendencias que reflejan porque los valores de correlación son medio-bajos.

Por un lado, la apariencia externa es un criterio de selección de importancia incluso para aquellos ganaderos que manifiestan una actitud negativa hacia el paradigma tradicional; salvo excepciones, la importancia que se le da a apariencia externa está por encima de 5 sobre 10 (Figura 1.3.8). Esto podría reflejar que incluso los ganaderos que dan gran importancia a los valores genéticos, necesitan ver la apariencia externa del animal para confirmarlos y/o para asegurarse que no existen defectos de importancia.

Por otro lado, la gran mayoría de los ganaderos tienen a manifestar una actitud positiva hacia el paradigma genético-genómico, aunque esta no siempre se traduce en una importancia alta hacia los valores genéticos como criterios de selección (Figura 1.3.9). Esta discrepancia puede ser debida a ~~una~~ que existan factores sociales y técnicos que limiten la capacidad del ganadero a usar eficientemente los valores genéticos y/o que exista un sesgo de deseabilidad social¹ en la respuesta a las preguntas actitudinales (Figura 1.3.9).

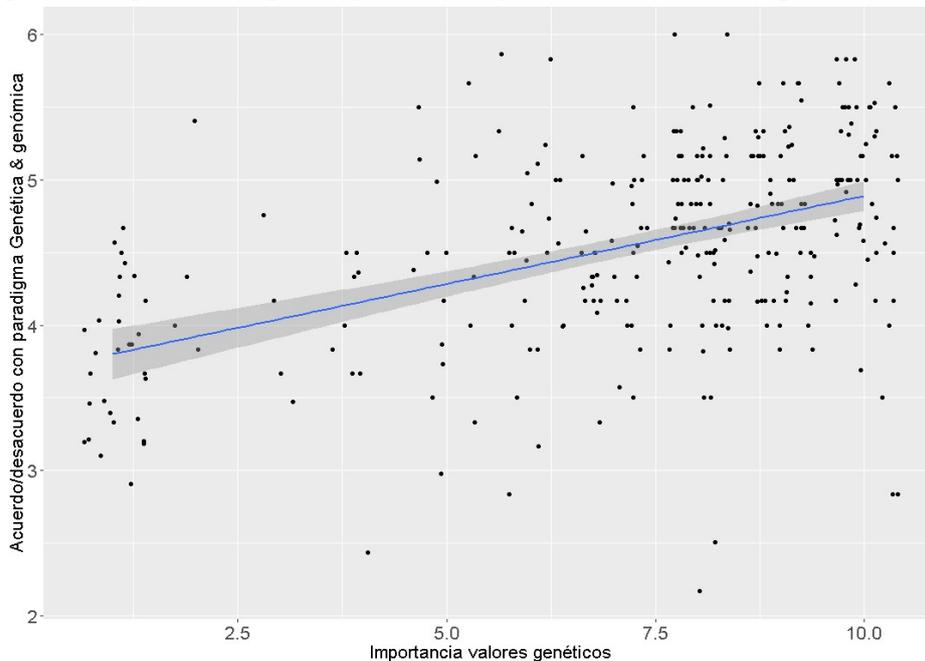
¹ Grimm, P. (2010). Social desirability bias. *Wiley international encyclopedia of marketing*.

Figura 1.3.8. Relación entre la actitud relativa de los ganaderos respecto al paradigma tradicional y la importancia que dan a la apariencia externa como criterio de selección



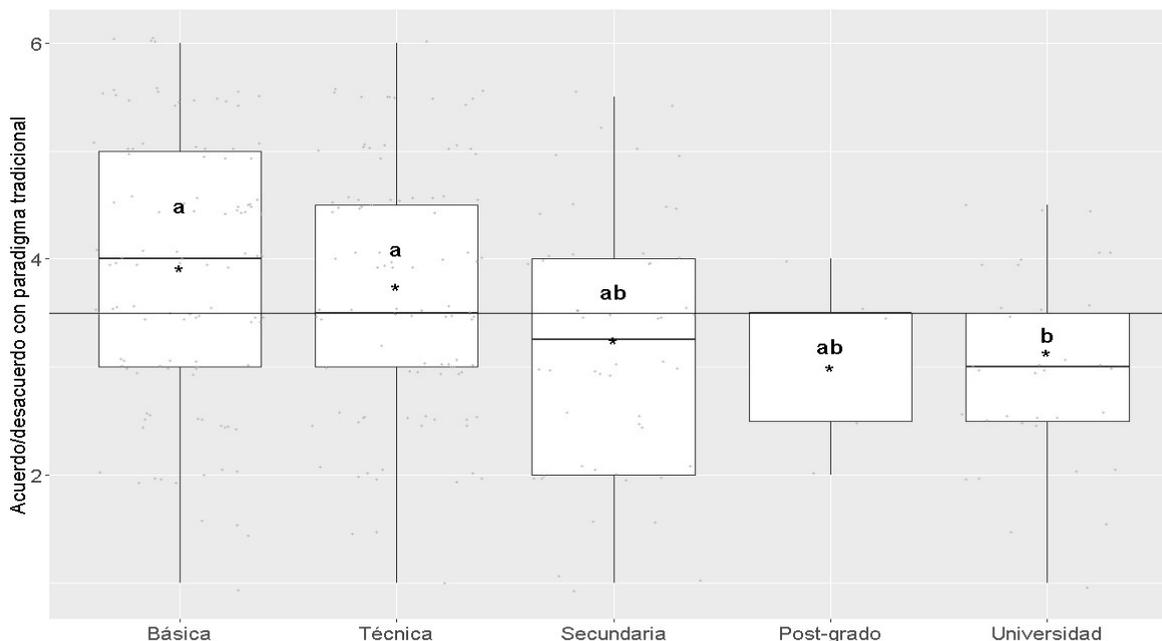
Se ha añadido a la localización de cada punto una pequeña cantidad de variación aleatoria para manejar la superposición de puntos causada por el uso de escalas discretas. Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-Algo de acuerdo, 5-De acuerdo y 6-Totalmete de acuerdo.

Figura 1.3.9. Relación entre la actitud relativa de los ganaderos respecto al paradigma genético-genómico y la importancia que dan a los valores genéticos.



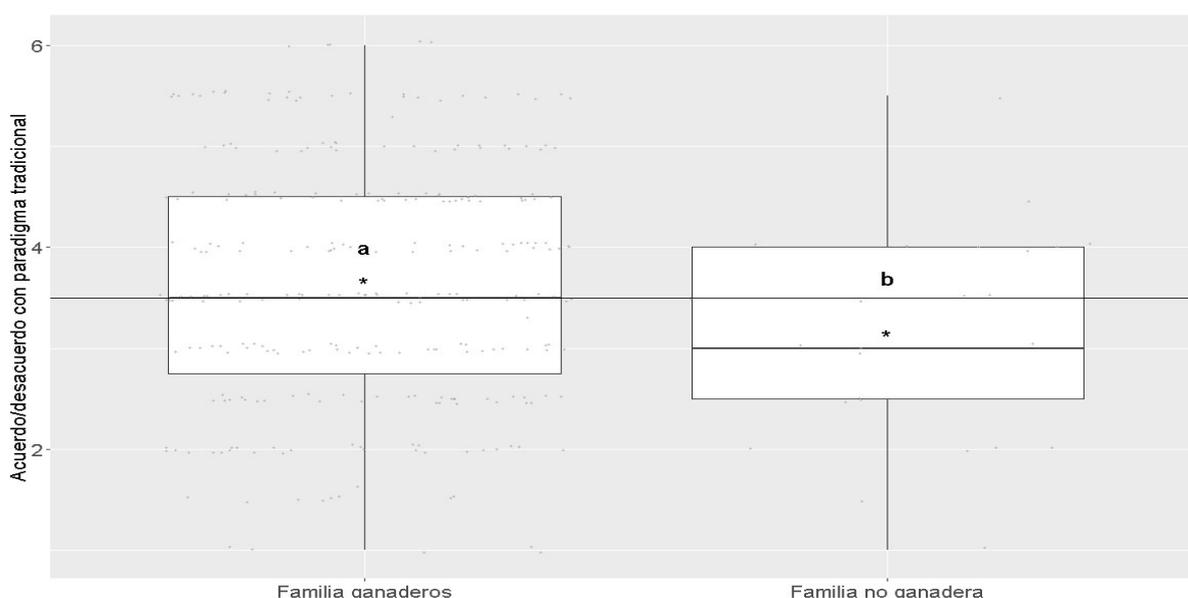
Se ha añadido a la localización de cada punto una pequeña cantidad de variación aleatoria para manejar la superposición de puntos causada por el uso de escalas discretas. Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-Algo de acuerdo, 5-De acuerdo y 6-Totalmete de acuerdo.

Figura 1.3.10. Diagrama de cajas sobre la relación entre nivel educativo y actitud hacia el paradigma tradicional en cada raza



El límite inferior de la caja señala el cuartil Q1 y el superior el Q2. La línea dentro de las cajas señala la mediana y los asteriscos señalan las medias. Los valores con letras diferentes indican diferencias estadísticas de acuerdo al test ANOVA ($p < 0.05$). Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-Algo de acuerdo, 5-De acuerdo y 6-Totalmente de acuerdo

Figura 1.3.11. Diagrama de cajas sobre la relación entre la actitud hacia el paradigma tradicional en cada raza y la tradición ganadera de la familia de ganadero.



El límite inferior de la caja señala el cuartil Q1 y el superior el Q2. La línea dentro de las cajas señala la mediana y los asteriscos señalan las medias. Los valores con letras diferentes indican diferencias estadísticas de acuerdo al test ANOVA ($p < 0.05$). Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-Algo de acuerdo, 5-De acuerdo y 6-Totalmente de acuerdo.



Relación entre la actitud de los ganaderos y factores técnicos de su ganadería.

Se analizó la relación entre los factores técnicos y socio-económicos incluidos en la encuesta (ver ANEXO 3.3) y la actitud de los ganaderos en cuanto a los paradigmas tradicional y genético-genómico. No se encontró ninguna relación entre los factores técnicos asociados al perfil de las explotaciones y la actitud de los ganaderos. En cambio se observó que el nivel educativo y la pertenencia a una familia de ganaderos sí estaban relacionados con la actitud de los ganaderos (Figuras 1.3.10 y 1.3.11). Por un lado, cuanto mayor es el nivel educativo menor es el grado de acuerdo con el paradigma tradicional. Por otro lado, los ganaderos de familias ganaderas tienden a estar más de acuerdo con el paradigma tradicional que los ganaderos de familias sin tradición ganadera. Ambos factores son reflejo de la importancia de la educación formal y no formal (dentro de la familia) en la actitud de los ganaderos hacia las herramientas de selección genética, y la capacidad que ésta tiene sobre la percepción del ganadero hacia la innovación.

Conclusiones

- En general, la actitud de los ganaderos respecto a las bases de la mejora tradicional (selección fenotípica o masal) es bastante heterogénea encontrándose todas las posiciones actitudinales (positivas y negativas) de forma bastante equilibrada en la mayoría de las razas.
- La actitud general de los ganaderos respecto a la mejora genética y genómica (selección que hace uso de evaluaciones genéticas y/o genómicas) es manifiestamente positiva. La mayoría de los ganaderos considera que los valores genéticos, y genómicos y los índices de selección son herramientas útiles para aumentar el rendimiento de los animales y que deben aprovecharse las oportunidades que las nuevas herramientas genómicas ofrecen. Sin embargo, alrededor de la mitad de los ganaderos consideran que estas herramientas no son el único método que se debe utilizar, ni que lo serán en el futuro.
- Los ganaderos de la mayoría de las razas dieron una importancia alta e igual a los criterios de selección de toros y/o animales de reposición basados en la apariencia externa, el estándar racial y los caracteres de producción. Los ganaderos de las razas Avileña-Negra Ibérica, Pirenaica y Rubia Gallega dieron el mismo valor a los valores genéticos que a los anteriores tres criterios. En la raza Asturiana de los Valles los valores genéticos aparecen en segundo lugar, y para los ganaderos de la Parda de Montaña los valores genéticos son los criterios menos importantes de todos los analizados.



- A nivel individual prevalecen los ganaderos con actitudes ligeramente más positivas respecto a la mejora genética-genómica que respecto a la tradicional. Aún así, existen perfiles actitudinales de ganaderos que se decantan claramente por la mejora genética-genómica, especialmente en las razas Asturiana de los Valles, la Avileña-Negra Ibérica y Rubia Gallega, y ganaderos que se decantan por la mejora tradicional principalmente en la raza Parda de Montaña, y en menor medida en la Rubia Gallega.
- La apariencia externa de los animales es un criterio de selección de importancia incluso para aquellos ganaderos que manifiestan una actitud negativa hacia la mejora tradicional. Esto podría reflejar que incluso los ganaderos que dan gran importancia a los valores genéticos, necesitan ver la apariencia externa del animal para confirmarlos y/o para asegurarse que no existen defectos de importancia.
- La gran mayoría de los ganaderos tienen a manifestar una actitud positiva hacia la mejora genética y genómica, aunque esta no siempre se traduce en una importancia alta hacia los valores genéticos como criterios de selección. Esta discrepancia puede ser debida a que existan factores sociales y técnicos que limiten la capacidad del ganadero para usar eficientemente los valores genéticos y/o que exista un sesgo de deseabilidad social en la respuesta a las preguntas actitudinales.
- Cuanto mayor es el nivel educativo menor es el grado de acuerdo con las bases de la mejora genética tradicional.
- Los ganaderos de familias ganaderas tienden a estar más de acuerdo con la mejora tradicional que los ganaderos de familias no ganaderas. Estas relaciones reflejan la importancia de la educación formal y no formal en la actitud de los ganaderos hacia las herramientas de selección genética. No parece que exista ninguna relación entre los factores técnicos asociados al perfil de las explotaciones y la actitud de los ganaderos.

Literatura citada

- Fabrigar LR, Krosnick JA, MacDougall BL. 1995. Attitude measurement. Techniques for measuring the unobservable. In: *Persuasion: Psychological insights and perspectives* (eds. S. E. Shavitt & T. C. Brock).
- Nielsen HM, Amer, PR, y Byrne, TJ 2014. Approaches to formulating practical breeding objectives for animal production systems. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science*, 64(1), 2-12.
- Ragkos A y Abas, Z. 2015. Using the choice experiment method in the design of
- Thurstone LL. 1959. The measurement of values. Ed. University of Chicago Press, Chicago



1.4. – Cuestionario ICAR para el análisis de los procedimientos ligados al desarrollo de los esquemas de selección en bovino de carne.

Como se mencionó en la introducción, uno de los requerimientos básicos para que la incorporación de la información genómica tenga impacto a medio-largo plazo en los programas de mejora tradicionales es que éstos cuenten con una organización bien establecida y asentada, con procedimientos de trabajo sistematizados y que realmente respondan al objetivo final, que es la mejora genética de cada una de las razas.

Para evaluar la existencia y eficacia de estos procedimientos se ha optado por buscar el apoyo de ICAR "*International Commite for Animal Recording*" (<http://www.icar.org>) que es un organismo internacional cuya misión es ser un referente en el ámbito del establecimiento de estándares para todos aquellos elementos esenciales en el desarrollo de los programas de mejora en las especies ganaderas. Es decir, en el ámbito de la identificación animal, los controles de rendimientos, la homologación de los útiles de medida y de los paneles de marcadores moleculares para el control de paternidades, de los procedimientos de evaluación genética y, por último, de los procedimientos de intercambio de bases de datos entre países. Todas estas actividades son relevantes para el éxito de los programas de mejora genética. ICAR, que es una organización sin ánimo de lucro, realiza esta actividad a través de "*Service-ICAR*" que cuenta con auditores de diversos países con una la larga experiencia en el ámbito de la aplicación de la mejora genética en especies ganaderas. Si los procedimientos de trabajo se adecúan a los estándares establecidos por la organización, ésta emite un certificado de calidad, "*Certificate of Quality*" cuyo reconocimiento es internacional mediante el cual se reconoce que las actividades desarrolladas por la/s asociación/es en materia de mejora genética se realiza mediante protocolos que se adecúan a un estándar establecido internacionalmente. En este proceso de certificación ICAR emplea un cuestionario que recaba información sobre los procedimientos de trabajo de las entidades que llevan a cabo los programas de mejora genética. Esta es una herramienta de gran utilidad a la hora de conocer, mediante un proceso de autoevaluación, el estado en el que se encuentran nuestras asociaciones.

Objetivo

El objetivo de esta actividad es que las entidades realicen un proceso de autoevaluación en base al cuestionario de auditoria del ICAR. De esta manera las asociaciones harán un proceso de reflexión durante el desarrollo de esta encomienda que les permita tomar conciencia sobre el funcionamiento de todas las actividades ligadas a la mejora genética que desarrollan. Dentro de las siguientes actividades de la encomienda, tomando como referencia los resultados obtenidos por las asociaciones en esta primera fase, las asociaciones tendrán la oportunidad de subsanar las deficiencias detectadas, y así poder ser sometidas a una auditoria del "*Service-ICAR*" para que este organismo acredite que los



procedimientos elaborados para el desarrollo de sus programas de mejora se adecúan a estándares internacionales.

Procedimiento de trabajo

Para acometer el presente objetivo se solicitó a ICAR el cuestionario que utiliza en los procesos de certificación. Dicho cuestionario se compone de un total de 262 preguntas distribuidas en distintas áreas de actividad. El cuestionario de ICAR se adjunta en el Anexo 4. Estas preguntas están clasificadas en catorce grandes apartados distintos:

- 1.- DP Procesado de datos.
- 2.- GB Evaluación genética de bovinos de carne
- 3.- GD Evaluación genética de bovinos de leche
- 4.- GO Evaluación genética de otras especies
- 5.- HB Recogidas de genealogías
- 6.- IB identificación animal-bovino de carne
- 7.- ID Identificación animal-bovino de leche
- 8.- IO Identificación animal-otras especies.
- 9.- LC Calificación lineal
- 10.- LG Servicios de laboratorio – análisis genéticos
- 11.- LM Servicios de laboratorio – análisis de leche
- 12.- PB Recogida de fenotipos– bovinos de carne
- 13.- PD Recogida de fenotipos – bovinos de leche
- 14.- PO Recogida de fenotipos– otras especies

Además existen otras 20 preguntas de carácter general para describir la naturaleza y servicios que realiza la organización. Con el objetivo de que las asociaciones no tuvieran problema en contestar el cuestionario, se han traducido las partes generales y las correspondientes de manera específica en el caso de este informe, al vacuno de carne. Además, se han analizado las preguntas, dando orientaciones a las asociaciones de criadores sobre cómo responderlas, o bien proponiendo respuestas genéricas en caso de que esto fuese posible al ser aspectos que afectarían a todas las entidades. Las preguntas traducidas se encuentran en el ANEXO 4, junto con las respuestas facilitadas por las asociaciones de criadores. Cada Asociación, tras el proceso de análisis y filtrado, ha respondido 162 preguntas de las 262 totales divididas en los ocho apartados que figuran a continuación y que tienes que ver con los aspectos generales, la identificación animal, el registros de las genealogía, el control del rendimiento cárnico y nuevos fenotipos, calificación lineal, evaluaciones genéticas en el bovino de carne y finalmente sobre el procesado de datos. El número de preguntas así como la referencia a los apartados a los que pertenecen se presentan a continuación:

- 20 preguntas (1 – 19 –) de aspectos generales (Apartado 1)
- 18 preguntas (20 – 37 –) de identificación animal (Aparado 2)
- 13 preguntas (38 – 50 –) sobre el registro de genealogías. (Apartado 3)
- 19 preguntas (101-120) sobre el control de rendimientos cárnico (Apartado 6)



- 18 preguntas (121-138) sobre nuevos fenotipos (Apartado 7)
- 13 preguntas (139-151) sobre la calificación lineal (Apartado 8)
- 29 preguntas (216 – 223 –) sobre evaluaciones genéticas de vacuno de carne (Apartado 9.)
- 32 preguntas (datos 229 – 261) sobre el procesado de datos (Apartado 10)

En el año 2020, se volverá a solicitar a las asociaciones que respondan nuevamente el cuestionario, una vez que hayan establecido las acciones correctoras que consideren oportuno. En ese momento se buscará hacer un análisis comparativo entre las respuestas dadas por las asociaciones en noviembre de 2018 y las respuestas que darán las mismas asociaciones, sobre el mismo cuestionario, en el segundo trimestre de 2020. Será entonces cuando toda la información traducida a inglés le será enviada a ICAR, para iniciar el proceso de certificación. De esta manera, con una referencia temporal, podremos establecer si ha habido cambios, si éstos eran necesarios y si dichos cambios se han producido en el sentido deseado.

Conclusiones

- Se ha identificado un procedimiento para poder evaluar todos los procesos que rodean los programas de mejora del vacuno de carne con estándares establecidos internacionalmente. También, mediante la traducción de los cuestionarios, se ha facilitado el acceso al mismo a las asociaciones. Ello supone una ventaja para las asociaciones, particularmente para aquellas que están en fase de internacionalización.



2.- PROPUESTA DE ARMONIZACIÓN DE LAS VALORACIONES GENÉTICAS A LOS GANADEROS

La información que se genera en los programas de mejora debe aportar al ganadero herramientas útiles (criterios de selección) a la hora de tomar decisiones tanto, de manejo, como de selección para poder identificar aquellos animales que satisfacen sus necesidades de producción (objetivos a la selección). En este sentido, es necesario hacer un especial énfasis en la difusión y el uso de las valoraciones genéticas tanto de forma individualizada como en forma de catálogo de reproductores. El objetivo final debe ser generar en los ganaderos la necesidad de su utilización para la toma de decisiones.

Objetivo

Elaborar una propuesta de armonización de las valoraciones genéticas en las poblaciones autóctonas de vacuno de carne que facilite el uso de un lenguaje común y que permita su generalización.

Procedimiento de trabajo

Para la elaboración de la propuesta se revisaron los documentos publicados en la web de instituciones reconocidas en el ámbito de la mejora genética del vacuno de carne. Estas son: el BreedPlan (Australia) que da servicio a numerosas asociaciones de ganaderos de Australia, Nueva Zelanda, EE.UU, Canadá, Suráfrica, entre otros países; ICBF “*Irish Cattle Beef Federation*” (Irlanda), INIA-Uruguay, INRA-IDELE (Francia) y finalmente USA (EE.UU). Se elaboró una tabla resumen, la Tabla 2.1 que contiene diversos ítems o características relativas a la comunicación de las valoraciones genéticas. Posteriormente, se revisó la documentación aportada por las asociaciones de ganaderos participantes en esta encomienda junto con la información recogida en las páginas web de dichas asociaciones y se siguió la misma sistemática, generando la Tabla 2.2.

Resultados

En la Tabla 2.1 se muestra un resumen de la información obtenida en otros países sobre los formatos de como se comunica a los ganaderos los resultados de los sistemas de valoración genética. Cabe mencionar que, aunque no se derive de la tabla, en cada país existe una uniformidad global en la información básica que contienen los documentos donde se listan las valoraciones genéticas (ver links en página 57) tales como las denominaciones de los caracteres, precisiones, posiciones globales, índices globales. Aunque como ocurre en el caso de Estados Unidos y Canadá, las Asociaciones específicas proveen además de estos elementos comunes, informaciones adicionales de relevancia para sus ganaderos (<https://www.abs.com>). En la Tabla 2.1 se pueden determinar varios aspectos importantes, todos los sistemas proporcionan estimas de valor genético en las mismas unidades que se obtiene el fenotipo, es decir el valor predicho del individuo (EBV) o lo que se espera transmita a su descendencia, habilidad trasmisora (PTA o EPD) excepto para el sistema francés, en el



Tabla 2.1. Resumen de las características relevantes en las publicaciones de las valoraciones genéticas en otros países.

Características	BreedPlan	ICBF	INIA_URUGUAY	INRA-IDELE	USA
EBV/PTA (Denominación)	Valor Mejorante (EBV)	Habilidad trasmisora (PTA)	Habilidad trasmisora (EPD)	No	Habilidad trasmisora (EPD)
Valor estandarizado a media 100.	No	No	No	Si	No
Fiabilidad o Precisión	Acc (correlación) ²	Reliability Correlation	Acc. Correlation	CD	Acc Correlation
Nª hijos/ Nª ganaderías	No	No	No/Si	Si/Si	Si/No
Linea_Vida	Replacement	Replacement	Indice de Cría	Si	Index Value Maternal
Linea_Carne	Terminal	Terminal	No	SI	Beef Value
Índices “ad hoc función de beneficio”	No	No	Si	Si	No
Índices monetarios	\$value	€uro value	No	No	\$Index Value
Listados de Reproductores con datos fenotípicos	No	No	No	No	No
Catálogos Reproductores con datos fenotípicos	No	No	Si	No	Si
Posición en la población (quantiles)	Percentile Bands	Star system	Si	Si	General

que se publican en forma de índices estandarizados con media 100. Existe una cierta consistencia en la medida de precisión excepto para el sistema francés. En algunos de ellos se incorpora, información adicional a la precisión aunque evidentemente tengan una gran influencia en ella, como son el número de hijos y de ganaderías donde éstos han sido controlados. Esta última fuente de información es particularmente importante, porque pone en evidencia si el reproductor/a está probado en distintos ambientes y/o sistemas de manejo que en definitiva es lo que recoge el efecto ganadería. Como es lógico pensar, en cuantos más “sistemas” un toro esté “probado” mayor es la fiabilidad con que se puede



estimar su potencial genético y más robusta es su estimación a deficiencias del modelo estadístico.

Nos obstante hay dos elementos comunes a los sistemas presentados en la tablas que resultan muy interesantes. Por un lado, todos ellos establecen al menos, dos líneas de selección, que son las que figuran en la mencionada tabla. De forma consistente, existe una línea maternal, de cría o de reposición (*replacement*) para generar la reposición y crear madres de futuros sementales y, una línea de carne, denominada “*Terminal*” o “*Beef Value*”. Dichas líneas se constituyen a partir de la combinación de distintos caracteres dependiendo del país y la raza en un índice que se genera o no, en términos monetarios (euro o dólar). Por otro lado, en ningún país, de los que figuran en la tabla, se incluye ninguna información fenotípica en relación a los individuos que aparecen en los mismos. No obstante, como nos ha hecho notar la coordinadora de vacuno de carne de FEAGAS, hay que hacer una distinción entre los catálogos de sementales comerciales y los listados de las valoraciones genéticas publicados por las asociaciones y/o los organismos competentes en todos los países. El objetivo de incluir información fenotípica en dichos catálogos es meramente comercial, sin embargo, desde la perspectiva de los genetistas, evitar los datos fenotípicos dificulta que el ganadero tome sus decisiones en función del dato obtenido sobre el toro, o de la media de sus descendientes. De este modo, se potencia la necesidad de utilizar la información de la valoración genética que se le está ofreciendo. Esta estrategia, junto con una labor fundamental de los servicios de extensión, ha funcionado en muchos países. Como muestra, basta con consultar las tendencias genéticas en las páginas web que se refieren al final de este capítulo.

La Tabla 2.2 presenta el resumen de las mismas características que figuran en la Tabla 2.1. En este caso, el contenido se refiere a la información que se genera en los sistemas de valoración establecidos por los distintos genetistas que trabajan con las asociaciones involucradas en la presente encomienda. Como se puede observar en la Tabla 2.2, la situación presente es heterogénea. Si la comparamos con la Tabla 2.1, podemos observar más heterogeneidad entre los esquemas españoles que entre los de los diferentes países. Sin embargo, hay que destacar importantes elementos comunes. Seis de las ocho asociaciones presentan las valoraciones en las unidades originales (kg, días, etc.) a excepción de ASEAVA, las cinco restantes (ACRUGA, AECRANI, ARAPARDA, FERPAM, MORUCHA Y RETINTA) publican las valoraciones en términos del valor genético del individuo, mientras que ASEVA utiliza la habilidad de transmitir a la descendencia (PTA) como se hace tradicionalmente en el vacuno lechero. La primera es simplemente el doble de la segunda. Siete de las ocho asociaciones presentan los valores estandarizados con media cien y una desviación estándar que oscila entre 6 en el caso de Morucha y 10 para el resto. Por el contrario, el valor estandarizado de AECRANI simplemente refleja la posición genética. AECRANI re-escala los valores entre 50 y 150 siendo la media 100. CONASPI y ACRUGA parecen utilizar indistintamente Índice genético e ICO (acuñado en el vacuno lechero para recoger los principales criterios de selección de la raza) para referirse a la valoración genética correspondiente a cada carácter individualmente. Sin embargo, en éste se refiere a



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria
**Departamento de
Mejora Genética Animal**

una combinación de PTAs ponderados adecuadamente de acuerdo al objetivo de selección. Homogeneizar la terminología ayudaría a evitar confusión entre los posibles usuarios finales. Todas las valoraciones incorporan una medida de precisión que cambia de denominación y



Tabla 2.2. Resumen de las características relevantes de las publicaciones de las valoraciones genéticas por cada una de las ocho asociaciones involucradas en la presente encomienda (I)

Características	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA
EBV/PTA (Denominación)	No	Valor Mejorante (VGP_)	Valor Mejorante (Valor Genético)	Habilidad transmisora (PTA)	No	Valor Mejorante (Valor Genético)	Valor Mejorante (PBV-)	Valor Mejorante (Valor Genético)
Valor estandarizado a media 100.	Índice Genético e ICO (media=100; DE=10)	PG (media=100; (50-150))	Índice Estandarizado de=por carácter	IND /MG (media=100; DE=10)	Índice Genético e ICO (media=100; DE=10)	Índice Genético (media=100; DE=10)	Índice Genético (media=100; DE=6)	No
Fiabilidad o Precisión	Precisión (Correlación)	Fiabilidad (Correlación)	Precisión (No se proporciona)	Fiabilidad (Correlación) ²	Precisión (Correlación)	Fiabilidad (Correlación)	Fiabilidad (Correlación)	Fiabilidad (Correlación)
Nª hijos/ Nª ganaderías	Si/No	Si/Si	Si/No	Si/No	Si/No	Si/No	Si/Si	Si/No
Línea_Vida	ICV	No	No	Si	ICV	No	No	No
Línea_Carne	ICC	No	No	Si	ICC	No	No	No
Índices “ad hoc o función de beneficio”	Si	No	No	No?	Si	No	No	Hembras



Tabla 2.2. Resumen de las características relevantes de las publicaciones de las valoraciones genéticas en las 8 asociaciones involucradas en la encomienda (II)

Características	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA
Índices monetarios	No	No	No	No	No	No	No	No
Listados de valoraciones genéticas con datos fenotípicos	No	No	Si	No	No	No	No	No
Catálogos Reproductores con datos fenotípicos	Media Caracteres y Calificación morfológica	Calificación morfológica	Media Caracteres y Calificación morfológica					
Posición en la población (quantiles)	No	Si	Explotación Fenotípicos	Si	Estrellas	No	No	No



deforma de cálculo. ACRUGA, ARAPARDA y CONASPI denominan precisión a la medida que refleja la bondad de la predicción del valor genético. El resto de las asociaciones utilizan el término fiabilidad. Únicamente en el caso de ASEAVA se emplea el cuadrado de la correlación entre al valor genético predicho y el valor verdadero. La mayor diferencia entre una y otra fórmula de cálculo estriba en que el valor al cuadrado necesariamente toma valores inferiores y, por lo tanto, requiere de una mayor cantidad de información para llegar a su valor máximo. Todas las asociaciones incluyen información adicional al valor de la precisión como es el número de hijos y en el caso de AECRANI y MORUCHA el número de ganaderías. Este último valor es de especial relevancia en poblaciones donde la IA no está muy extendida y por lo tanto las conexiones directas entre ganaderías, entendidas como sementales teniendo hijos en distintas ganaderías en el mismo espacio temporal, no son grandes, pero la estructura poblacional hace que muchas de ellas compartan ancestros comunes (ver; Cañas –Alvarez et al, 2014).

Tanto ASEAVA como AGRUGA y CONASPI y de alguna manera RETINTA con sus índices de hembras, buscan la constitución de líneas especializadas, como ya se ha visto que se hace en otros muchos países. En estas poblaciones se definen dos líneas, una de vida y otra de carne. En el caso de ACRUGA y CONASPI para ello se recurre a dos índices compuesto que son el ICC y el ICV (Tabla 2.2).

Existen dos aspectos de total concordancia entre todos los sistemas de valoración genética. Por un lado, ninguno de ellos incorpora índices de selección que se expresan en términos monetarios, al contrario de lo que ocurre en muchos otros países (Tabla 2.1) y todos ellos introducen información fenotípica en sus catálogos, desviando la atención de sus ganaderos hacia aquellos valores que les son más fácilmente identificables. Es necesario llamar la atención sobre el hecho de que este recurso no se utiliza en otros países precisamente porque puede contribuir a generar confusión y desviar la atención del usuario de las herramientas genéticas. Esta idea subyace a algunas de las conclusiones que se derivan de la encuesta de percepción de los ganaderos sobre las herramientas de genético-genómicas para la selección.

Una herramienta que está relativamente extendida y para la que existe unanimidad es posicionar los animales con respecto a la población en general, mediante cuantiles. Es cierto que en poblaciones donde no existe mucha conexión entre ganaderías por el escaso uso de la IA, su uso no es riguroso. En este escenario los animales deberían compararse únicamente dentro de su ambiente de producción, es decir su ganadería. No obstante, es una herramienta que contribuye a hacer entendible el sentido de la valoración genética y, bien explicada, debería estimular la necesidad de generar un sistema comparable mediante el uso de la IA. Desde un punto de vista teórico la falta de conexión, siempre que no existan diferencias de nivel genético entre ganaderías, afecta únicamente a la precisión de las



valoraciones sin embargo, en una estructura así establecida, será imposible discernir si estas diferencias existen puesto que el nivel genético está confundido con el nivel de manejo.

Propuesta de armonización

A partir de este análisis somero de la situación se ha desarrollado una propuesta de armonización en el lenguaje de la comunicación de las evaluaciones genéticas. Dicha propuesta pretende establecer un espacio de comunicación único de forma que sea sencillo, moverse de unos catálogos de reproductores a otros. Esta armonización resulta de interés particular para aquellos ganaderos que no están sujetos a una única raza, es decir que practiquen el cruzamiento entre varias poblaciones y que de esta forma pueden elegir **lo mejor de cada población** de una manera sencilla. También es de interés para las iniciativas de internacionalización que están desarrollando algunas de las razas de esta encomienda porque comercialmente es positivo tener un lenguaje único de comunicación de la calidad genética de los individuos que se están promocionando en los catálogos. **Es muy importante entender** que aunque se establezcan/cieran unas normas de uso común en la comunicación de las valoraciones genéticas, éstas **no son comparables entre razas**, aún definidas de igual forma. Las poblaciones base son distintas así como los procesos de evolución de las mismas, lo que da lugar a que la variabilidad genética observada en los distintos caracteres varíe entre razas.

Terminología a utilizar en la difusión de las valoraciones genéticas:

Para cada carácter independiente:

VGP: es una predicción del valor genético aditivo el individuo; expresa, en forma de diferencias, la superioridad (+) o inferioridad genética (-) del animal respecto a la media de la población base, que se asume es cero. Se da en las unidades de medida. Habría que especificar los caracteres

VEP: valor esperado en los hijos de un determinado animal. Es la mitad del VGP. Es una predicción de lo que se espera un animal transmita a su futura descendencia. De igual forma que VGP, está expresado en forma de diferencias

FB: es la fiabilidad. La fiabilidad denota el grado de bondad de nuestro predictor. En términos estadísticos, es la correlación entre el valor genético predicho y el valor genético real del individuo. Se recomienda que se exprese en porcentaje. Es un valor que oscila entre 0 y 100. Cuanto mayor sea el valor, más cercano a 100, mayor es el grado de confianza que le podemos dar a la predicción del valor genético, lo que significa que se espera que no sufra grandes modificaciones con la incorporación de nueva información. Los factores que afectan a la fiabilidad son el número de datos, la estructura de los datos y la variabilidad del carácter. Por ejemplo, para dos sementales con un mismo número de hijos controlados, el que uno de



ellos tenga sus hijos distribuidos en un mayor número de ganaderías, hace que su fiabilidad sea mayor para el mismo carácter. Por otro lado, un mismo semental cuyos hijos aportan información para distintos tipos de caracteres, la fiabilidad de los VGP para cada carácter, será mayor cuanto mayor sea la heredabilidad del mismo.

Para calcular la fiabilidad se recomienda utilizar la siguiente fórmula:

$$F_{bij} = \sqrt{1 - \frac{VEP}{(1 + F_i)\sigma^2_j}}$$

donde, F_{bij} es la fiabilidad del VGP del individuo i del carácter j ; VEP es la varianza del error de predicción; F_i es la consanguinidad del individuo y σ^2 es la varianza aditiva del carácter j .

Población base: Población a partir de la cual se refieren las predicciones de valor genético. Si no se fija, la población base está constituida por individuos cuyo padre y madre no son conocidos. Es recomendable fijarla en el tiempo y cambiarla periódicamente. En términos prácticos, se establece de manera arbitraria, es decir, se fija como la media de VGP de todos los animales nacidos en un año dado. El cambio es conveniente que se haga como mínimo cada 5 años que es la duración del intervalo generacional medio.

PG: valor del percentil con media 100 y rango entre 50 y 150.

El término **índice** se recomienda que sea utilizado para una combinación de VGPs adecuadamente ponderados.

La ponderación, mientras no se disponga de una información económica que permita analizar como participa cada uno de los caracteres que forman parte del objetivo de selección en el beneficio económico total de la actividad ganadera, puede hacerse alcanzando un consenso en cada una de las razas, como ya se está haciendo en algunas de las razas de esta encomienda. Es deseable quizás la especialización de las líneas porque todas las razas venden carne (cantidad, es decir peso, conformación más calidad) y muchas venden reproductoras (facilidad de parto, buenas cualidades maternas). Se recomienda adoptar la terminología ya implantada por algunas asociaciones:

ICC= Índice compuesto para carne. Deben considerarse los caracteres que son relevantes en la obtención de kg de carne-calidad.

ICV= Índice compuesto para vida o maternal.



Cada índice deberá contener la información de los caracteres y la ponderación que cada asociación considere importante para alcanzar el objetivo de selección en cada uno de los casos.

Conclusiones

- Se ha visto que existe una mayor concordancia entre países en la manera en que se comunican las valoraciones genéticas a los ganaderos que entre los propios esquemas de nuestro país.
- Existen elementos dentro de nuestros sistemas de valoración genética que permitirían alcanzar una convergencia sin generar cambios muy drásticos y que podrían justificarse en un proceso de evolución hacia la integración de una nueva forma de expresar la información en las evaluaciones genéticas.
- Es necesario tomar decisiones sobre qué información debería contener los catálogos de reproductores y las herramientas que asisten a la selección.

Fuentes consultadas:

BREEDPLAN: <http://abri.une.edu.au/online/cgi-bin> (Trabaja para muchas Asociaciones en Estados Unidos, Nueva Zelanda, Reino Unido y Suráfrica);

ICBF: <https://webapp.icbf.com/v2/app/bull-search/view/1383572666>;

INIA_URUGUAY: <https://www.geneticabovina.com.uy/catalogo>;

INRA-IDELE

http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/beef_cattle_web.pdf

<http://fr.france-genetique-elevage.org/La-selection-genomique-accessible.html>

EE.UU

<http://ebeef.org>

<https://www.abs.com>

ACRUGA

<https://acruga.com/archivos/docs>



AECRANI

<http://www.razaavilena.com;>

ARAPARDA

<https://pardademontana.com/sites/default/files/imagenes>

ASEAVA

<http://www.aseava.com/imagenes>

CONASPI

<http://www.conaspi.es/vercontenido.asp>

FERPAM

<http://www.pardamontana.es/anuncios.php?fi=1>

MORUCHA

<http://www.morucha.com/pdf/Catalogo%20de%20Sementales%20Moruchos%202018.pdf>

RETINTA

<http://www.retinta.es/esquema-de-seleccion/fases/>

Literatura Citada

- Cañas-Álvarez JJ, González-Rodríguez A, Martín-Collado D, Avilés C, Altarriba J, Baro JA, De la Fuente LF, Díaz C, Molina A, Varona L, and J. Piedrafita. 2014. Monitoring changes in the demographic and genealogical structure of the main Spanish local beef breeds. J Anim Sci 92:4364-4374



3.- PROPUESTA DE NUEVOS FENOTIPOS Y DE LA SISTEMÁTICA DE RECOGIDA

Como ya se mencionó en la introducción, una de las maneras de obtener una mayor rentabilidad de la inversión en genómica es ampliar el espectro de caracteres que se registran en el control de rendimientos. La búsqueda de caracteres que tienen un impacto económico importante en la rentabilidad de las explotaciones bien porque contribuyan a reducir o limitar los costes de producción, bien porque contribuyen a incrementar los ingresos directos maximizando la productividad al darle un mayor valor añadido al producto final. La ventaja de la inclusión de la información genómica será mayor si estos caracteres tienen una baja heredabilidad porque la parte ambiental es un componente de gran magnitud, y se manifiestan tarde en la vida del animal.

Objetivo

Identificar caracteres que por su impacto económico sean de interés para la mayoría de las asociaciones y, una vez identificados, establecer protocolos comunes de recogida, edición de datos y definición de caracteres de uso en las valoraciones genética-genómicas.

Procedimiento de trabajo

Dos personas del grupo de trabajo (María Fernández, Directora Técnica de ASEAVA como representante de las asociaciones; Antonio Molina, Catedrático de la Universidad de Córdoba y genetista de la Asociación de Criadores de RETINTA, como representante de los genetistas) recabaron la opinión de las asociaciones y de los genetistas responsables de los programas de selección sobre posibles nuevos fenotipos. A partir de estas consultas se elaboró una lista de fenotipos de posible interés que fueron valorados en orden de preferencia por los representantes de cada asociación. Después de este proceso, la decisión final se hizo teniendo en cuenta solo los caracteres que todas las asociaciones veían viable su incorporación.

Resultados

En la Tabla 3.1 se presentan los caracteres sugeridos por las asociaciones y los genetistas, la viabilidad de propuesta para cada una de las asociaciones y por último, la valoración recibida por cada asociación. Los caracteres se han clasificado en *Área reproductiva*, que incluye ocho caracteres: fertilidad de machos, de hembras, facilidad de parto, área de la pelvis, medidas de grupa, viabilidad /supervivencia del ternero y movilización de reservas; *Área Longevidad funcional y productividad* que incluyen longevidad funcional y productividad acumulada; *Área de Temperamento* que incluye la respuesta a estrés, medido por termografía y/o biomarcadores y temperamento utilizando test CT (Centro de Testaje) o/y EXP (en explotación); *Área de resistencia al estrés térmico* en cebadero o en explotación; *Área de calidad de canal y carne* que incluyen terneza, contenido de grasa intramuscular, parámetros de calidad de



canal clásicos y en el animal en vivo; *Área de resistencia a enfermedades* centradas en enfermedades reproductivas, infecto contagiosas e inmuno-competencia y, por último, un *apartado de otros* que implica pesos a distintas edades.

Por lo tanto se puede observar como la percepción de las asociaciones y sus genetistas ha hecho que realmente se contemple una amplia diversidad de fenotipos que son de interés a corto-medio plazo y que contemplan muy diversas áreas, algunas muy prácticas y otras que aún requieren de investigación, como puedan ser todos los aspectos relacionados con enfermedades, para pasar después a ser un producto transferible al sector como puede ser todo lo relacionado con resistencia a enfermedades y respuesta al estrés, donde la definición de fenotipos no es tan inmediata. Todo ello tiene un aspecto positivo y es que implica que existe un largo recorrido para la mejora. En cuanto a la percepción de las asociaciones y, en línea con lo manifestado por éstas en el DAFO (Apartado 1.2), la primera opción es trabajar sobre caracteres que se pueden obtener a menor coste, de los que ya hemos visto en el apartado sobre el control de rendimientos (Apartado 1.1) existe mucha información que hay que analizar para establecer una sistemática de registros, generar una rutina común de filtrado de datos y poner a punto instrumentos de uso en campo que permitan adquirir a los ganaderos nuevos hábitos en el registro de la información de manera sistemática que podría generar datos en un corto periodo de tiempo. Los caracteres así identificados son **la fertilidad** en hembras, **la longevidad funcional** y **la calificación lineal**.

La fertilidad es uno de los caracteres de mayor relevancia económica en las explotaciones ganaderas (Phocas et al., 1998; Urioste et al., 1998; Cammack et al., 2009; Fortes. Et al., 2013). Es uno de los factores más limitante de los ingresos anuales de la actividad ganadera y que genera pérdidas, no sólo en la forma de pérdida de ingresos, sino también por el incremento de costes de mantenimiento, tratamientos veterinarios etc. Si embargo, aunque hablemos de la fertilidad de hembras ya que el fenotipo se registra en ellas (y dan lugar, por ejemplo, a expresar la fertilidad de una explotación como número de vacas paridas por año), depende de dos componentes genéticos diferentes. Por un lado está la hembra, por su capacidad para concebir y llevar a término la gestación, y por otro el toro, por su aptitud para la monta (libido, aplomos, daños en los órganos genitales, condición corporal) y la capacidad fecundante de su semen. Así, aunque los fenotipos se registren en las hembras, podremos hablar de la fertilidad de hembra y de macho en función de la modelización posterior del fenotipo (Meneses et al., 2014).

Los caracteres de fertilidad propuestos son:

- 1.- *El intervalo entre partos (IP)*: periodo comprendido entre dos partos.
- 2.- *Días al parto (DAP)*, que se define como el número de días que transcurren desde que la vaca tiene la posibilidad de aparearse (fecha en que se forman los lotes de cubrición y se les echa el o los machos) hasta el parto de dicha reproductora. Es una variable continua que se expresará en días al igual que el intervalo entre partos. Solo válido en ganaderías con paridera estacional.



En las explotaciones que concentran la paridera en un período máximo de cuatro meses, el IP es una variable inapropiada debido a que las vacas de parto temprano y probablemente las más fértiles a menudo ven alargados sus intervalos de parto como consecuencia de dicha cubrición estacional, donde se restringe su apareamiento para evitar el parto demasiado temprano en la siguiente paridera (Stachowicz et al, 2018).

Tanto uno como otro son fenotipos muy complejos y burdos pero son los más sencillos de implantar en ganadería extensiva con un uso masivo de la monta natural. Se trata de caracteres multifactoriales que además de implicar muchos procesos biológicos que tienen que ver con la fertilización, la muerte embrionaria en distintos estadios y, por último, la viabilidad del ternero al nacimiento, que incluye muchas variables asociadas al manejo como la época de cubrición, el tamaño de los lotes, el número de machos por lote, la condición corporal, el estado sanitario etc.

¿Qué datos se deben recoger para poder definir este tipo de caracteres en monta natural?

En primer lugar es necesario tener un registro de los eventos reproductivos que debe contener como mínimo:

- 1.- ID de la reproductora
- 2.- Fechas de nacimiento de la reproductora
- 3.- Explotación de nacimiento de la reproductora
- 4.- Fecha de inicio de la cubrición de ese lote
- 5.- Nº de reproductoras del lote
- 6.- Fecha de salida de la cubrición de ese lote
- 7.- Explotación de la cubrición
- 8.- Machos del lote de cubrición (nº de identificación)
- 9.- Raza del macho
- 10.- Fecha nacimiento del toro
- 11.- Fecha de parto
- 12.- Número de parto
- 13.- Tipo de parto (simple o doble)
- 14.- Facilidad de parto
- 15.- Explotación de nacimiento del ternero
- 16.- Incidencias: 0.- Normal; 1.- Aborto temprano 2.- Aborto tardío; 3.- No cubierta

A mayores sería deseable:

- 17.- Diagnóstico de gestación: 0=no gestante 1= gestante 2= No se sabe
- 17.- Fecha del diagnóstico.
- 18.- Método de diagnóstico= 1=palpación; 2 ecógrafo.



Criterios de edición de datos existentes

- 1.- Edad al primer parto entre 20-42 meses.
- 2.- Intervalo entre dos partos consecutivos entre 270 días y 730 días meses. Cualquier vaca de la que se elimine un parto por presentar un intervalo fuera de este rango se eliminará del análisis (se eliminarán todos los demás intervalos.)

Para utilizar DAP en primer lugar habrá que definir qué explotaciones tienen un manejo de los partos estacional y tras la categorización nos quedaremos con los datos de aquellas ganaderías que cuenten con grupos de comparación de al menos 5 observaciones.

La longevidad funcional al igual que la fertilidad, es un carácter de gran interés en vacuno de carne. Estudios económicos en poblaciones de vacuno de carne han puesto de manifiesto la importancia de la longitud de la vida productiva de las vacas (Phocas *et al.*, 1998). Esto es así porque reduce los costes de reposición y minimiza los costes de mantenimiento de las vacas no productivas.

La longevidad funcional mide la habilidad de la reproductora para permanecer productiva durante más tiempo. Dicha vaca permanece productiva porque es funcional, es decir, porque no genera gastos por fallos reproductivos, de movilidad (problemas de aplomos), de temperamento y de enfermedades. Es un carácter que es un todo, en alguna medida expresa la capacidad adaptativa de las hembras al sistema de producción porque trata de identificar aquellas hembras que producen sin problemas. En definitiva, es un carácter que recoge todos los aspectos que no implican la productividad de una vaca (kg de ternero destetado al año).

Se han hecho varios estudios en las razas autóctonas de vacuno de carne Avileña Negra-Ibérica (Díaz *et al.*, 2002), Bruna de los Pirineos (Tarres *et al.*, 2011), Pirenaica (Varona *et al.*, 2011) y en Retinta (Morales, 2017) sobre este tipo de caracteres bajo distintas definiciones. En estos estudios se han buscado criterios de eliminación de las vacas y correlaciones con otros caracteres de producción además de su componente genético. Estos estudios han de sentar las bases para el desarrollo de la sistemática de obtención de datos sin necesidad de establecer supuestos para el análisis de este tipo de caracteres.

Caracteres a definir a partir de la información proporcionada

- Duración de la vida real (DVR; tiempo desde el nacimiento hasta la eliminación del rebaño)
- Número de partos (NPS; número de partos entre el primero y el último conocido)
- Duración de la vida productiva (DVP; tiempo desde el primer parto hasta que la vaca es dada de baja de la explotación o el último parto registrado más el periodo medio de destete en su defecto).



Tabla 3. 1.- Listado de nuevos fenotipos de interés para las asociaciones (I)

	ACRUGA	AECRANI	ARAPARD A	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCH A	RETINTA	Sumatorio
AREA REPRODUCTIVA									
Fertilidad Machos (Características Seminales)	0	1	1	1	0	0		1	4
Libido Sementales			1		1				2
Fertilidad hembras	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Facilidad de parto	1		1	1	1	1			4
Área de la Pelvis	1		1	1		1			3
Medidas grupa	1	1	1	1				1	4
Viabilidad / Capacidad supervivencia terneros			1	1					2
Capacidad movilización reservas			1	1					2
AREA LONGEVIDAD Y PRODUCTIVIDAD									
Longevidad Funcional	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Productividad acumulada (regresión aleatoria)			2			4		2	8
AREA TEMPERAMENTO									
Estrés (biomarcadores)									0
Estrés (Termografía)		1						1	2
Temperamento (Test Centro Testaje/Control)		1						1	2
Temperamento (Test EXPL)		1					1	1	2
AREA RESISTENCIA A ESTRÉS TERMICO									
Resistencia estrés térmico (cebadero)		0							0
Resistencia estrés térmico (explotación)		1							1
AREA CALIF MORFOLOGICA LINEAL									
Calificación morfológica lineal	1	1	1	1	1	1	1	1	8



	ACRUGA	AECRANI	ARAPARDA	ASEAVA	CONASPI	FERPAM	MORUCHA	RETINTA	Sumatorio
AREA CALIDAD CANAL Y CARNE									
Terneza			1						1
Grasa intramuscular			1						1
Parámetros Calidad Canal Clásicos			1			1			2
Parámetros Calidad Canal (Estimación)		1	1					1	3
AREA RESISTENCIA A ENFERMEDADES									0
Enfermedades reproductivas microorganismos									0
Enfermedades infectocontagiosas									0
Potencial inmuno-competencia									0
AREA OTROS									0
Estimación Peso diferentes edades			1	1	1				3
Producción numérica de crías							1		1



Estas tres aproximaciones presentan una alta correlación, pero se pueden considerar complementarias. La primera más relacionada con la propia longevidad de la reproductora no tiene en cuenta el rendimiento productivo que se ha obtenido durante el tiempo que ha estado en la explotación la reproductora y puede estar influida por el grado de intensificación de la explotación. A favor tendría el hecho de que es fácil de determinar y no suele presentar errores ni ambigüedades en su registro. El análisis del número de partos en cambio presenta la ventaja de estar relacionada con el rendimiento reproductivo del animal, pero se corre el riesgo de minimizar su valor si algún parto no ha sido registrado. La última aproximación (duración de la vida productiva) permite combinar las ventajas de los anteriores criterios.

Para poder definir caracteres relacionados con la longevidad funcional, además de los datos ya citados en el apartado de fertilidad sería necesario añadir dos campos más que son:

- Fecha de la baja
- Causa de la baja según la codificación propuesta y que es susceptible de ser ampliada o detallada.

Para poder definir caracteres relacionados con la longevidad funcional, además de los datos ya citados en el apartado de fertilidad se necesitaría añadir dos campos más que son:

- Fecha de la baja
- Causa de la baja según la codificación propuesta

Propuesta para causas de baja:

- SACRIFICIO: BAJO RENDIMIENTO
- SACRIFICIO: Programa sanitario de control/erradicación de enfermedades
 - Tuberculosis
 - Brucelosis
 - Leucosis
 - Perineumonía contagiosa bovina.
 - EEB
 - Paratuberculosis
 - Otra: indicar cuál
- VENTA VIDA a ganadero controlado
- VENTA VIDA a ganadero externo
- MUERTE
 - Enfermedad
 - Tuberculosis
 - Brucelosis
 - Leucosis
 - Paratuberculosis
 - Otra: indicar cuál
 - Accidente
 - Indicar causa
 - Causa desconocida



- CESE DE LA GANADERÍA
- DESCONOCIDA

La propuesta de causas de baja necesita aún de un consenso entre todos los participantes del grupo de trabajo.

De los datos

- Pesada al destete

Criterios de edición de datos existentes

- Para incluir datos de las vacas en el estudio todos los partos registrados con IP entre los 8,8 meses y los 19 meses.
- Vacas sin causa de baja se determinará como datos de baja el último parto más un periodo medio de lactación porque se asume que la vaca se habrá desechado después de destetar a su ternero.
- Edad al primer parto entre 20 y 42 meses

La calificación lineal o calificación morfológica lineal. Parte de la funcionalidad de un animal destinado a producir carne es su formato carnívor, que intenta de alguna manera definir animales cuyo formato va a generar un mayor número de kg de carne, con un soporte esquelético que es el producto final para mantener la masa muscular, que es el producto final.

Ahora mismo coexisten dos sistemas de calificación lineal y distintas situaciones en las asociaciones de implementación. Por un lado, está el sistema implementado por ASEAVA (ANEXO 5) y por otro el Sistema Francés de Calificación Lineal que está implementado en al menos CONASPI y ARAPARDA e iniciada su incorporación en otras razas.

En el ANEXO 5 se incluyen tres documentos. El primero, es la descripción del sistema de calificación morfológica de ASEAVA; el segundo es una traducción del manual de calificación del sistema francés y por último un documento preparado por INIA para ayudar a la implantación de este último sistema para AECRANI cuyo método puede ser extensible a otras razas sin problemas porque el objetivo es ayudar a definir las escalas de valores en cada raza. A partir de estas dos propuestas que habrá que analizar con el conjunto de las asociaciones y sus genetistas se buscará establecer un consenso en cuanto al procedimiento de trabajo en relación a los puntos que se detallan a continuación:

- 1.- Nombre del carácter o caracteres nuevos que van a registrar:
- 2.- Cómo se aborda la calificación: mediante aparatos o instrumentos de medida o valoración subjetiva.



- 3.- Unidades en las que se registran o número de categorías en el caso de tratarse de caracteres categóricos:
- 4.- En qué tipo de animales (machos, hembras, terneros, adultos, etc.) y edad a la que se registran:
- 5.- Dónde están ubicados dichos animales (explotaciones o centros de testaje/control):
- 6.- Número aproximado de animales que se registrarán anualmente.

Conclusiones

- Se han examinado un conjunto de posibles fenotipos de interés y finalmente las asociaciones han determinado que los fenotipos que son viables de recoger en las condiciones actuales en las que se encuentran las asociaciones participantes en esta encomienda, son fertilidad de hembras, longevidad funcional y calificación lineal.
- Existe una primera propuesta sobre los datos cuya recogida hay que sistematizar en cada una de las asociaciones porque son útiles para la definición de caracteres relacionados con la fertilidad de hembras, longevidad funcional y calificación lineal. Esta supone la primera iniciativa coordinada entre todas las asociaciones para seguir avanzando en los trabajos de esta encomienda.
- Se han definido el intervalo entre partos (IP) y los días al parto (DAP) para su futura inclusión en la evaluación genética-genómica de fertilidad; por otro lado, se han definido tres caracteres, duración de la vida real (DVR), número de partos (NPS) y duración de la vida productiva (DVP) para su futura inclusión en la evaluación de longevidad funcional. Por último, se han recogido dos propuestas para seguir avanzando en el establecimiento de un sistema de calificación lineal en las diversas razas.
- Se han identificado otros fenotipos de interés potencial pero que por el momento su recogida es inasumible por las asociaciones bien por su coste o bien porque aún están en fase experimental.

Literatura citada

- Cammack, K.M., Thomas, M.G. & Enns, R.M. 2009. Review: Reproductive traits and their heritabilities in beef cattle. *The Professional Animal Scientist* 25, 517-528.
- Diaz C, Chirinos Z, Moreno A and Carabaño MJ. 2002. Preliminary analysis of functional longevity in the Avileña Negra ibérica beef cattle breed. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier (Francia)
- Fortes MR, Deatley, K.L., Lehnert, S.A., Burns, B.M., Reverter, A., Hawken, R.J. 2013. Genomic regions associated with fertility traits in male and female cattle: advances from microsatellites to high-density chips and beyond. *Anim Reprod Sci*, 141, pp. 1-19



- Menese, C, Carabaño MJ, Morales R, Molina A, and Díaz C. 2014. Modelling Fertility Traits under Natural Mating Conditions in Beef Cattle INTERBULL BULLETIN NO. 48. Berlin, Germany, May 20 - 21,2014
- Morales R, Phocas F, Sole M, Demyda-Peyras S, Menendez-Buxadera A, Molina A. Breeding beef cattle for an extended productive life: Evaluation of selection criteria in the Retinta breed. *Livest Sci.* 2017; 204:115–21.
- Phocas F, Bloch C, Chapelle P, Becherel F, Renand G and Menissier F 1998. Developing a breeding objective for a France purebred beef cattle selection programme. *Livestock Production Science* 57, 49–65.
- Tarres J, Puig P, Ducrocq V and Piedrafita J 2004. Factors influencing length of productive life and replacement rates in the Bruna dels Pireneus beef breed. *Animal Science* 78, 13–22.
- Urioste, J.I.; Ponzoni, R.W.; Aguirrezabala, M.; Rovere, G.; Saavedra, D. 1998. Breeding objectives for pasture-fed Uruguayan beef cattle. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.115, p.357-373.
- Stachowicz, K., Jenkins, G.M., Amer, P.R., Berry, D.P., Kelleher, M.M., Kearney, F.J., Evans, R.D., and Cromie, A.R. 2018. Changes to the Genetic Evaluation of Fertility in Irish Dairy Cattle. INTERBULL BULLETIN NO. 53. Auckland, New Zealand, February 10 - 12, 2018
- Varona L, Moreno C, Altarriba J 2012. Genetic correlation of longevity with growth, post-mortem, docility and some morphological traits in the Pirenaica beef cattle breed. *Animal* 6:873-8.



4.- DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA IDENTIFICAR ANIMALES A SER GENOTIPADOS

Como ya mencionamos en la introducción el coste de los genotipados junto con el tamaño reducido de las poblaciones y el escaso uso de la IA son factores limitantes para la incorporación de la información genómica en los programas de selección de poblaciones de vacuno de carne (Berry et al., 2016). A lo largo del trabajo planteado en esta memoria, se ha evidenciado que las poblaciones autóctonas españolas presentan también estos problemas. Desde esta perspectiva, la propuesta que se plantea en el vacuno de carne autóctono es un proceso a medio plazo que se inicia con esta encomienda. Estas poblaciones irán incorporando genotipos para que los programas de selección se beneficien de la inclusión de la información genómica. El mayor beneficio se espera que proceda de la utilización del parentesco realizado (o genómico) en lugar del parentesco genealógico. Esta sustitución supone que podemos reconocer como individuos, que genealógicamente no están emparentados, pueden compartir distintos segmentos de su genoma, por lo que realmente están emparentados; por el contrario, habrá grupos de individuos que presentan el mismo “parentesco esperado” de acuerdo a su parentesco genealógico, pero que realmente no comparten la misma proporción del genoma. En definitiva, el beneficio que esperamos obtener proviene de que se pondera de manera más precisa la contribución de cada uno de los “parientes” a la estimación de los valores genéticos.

Objetivo

Definir criterios que nos permitan obtener un mayor beneficio de la información genómica a la hora de utilizar ésta en los procedimientos de valoración mediante el uso del “Single step BLUP” (Legarra et al., 2014)

Procedimiento de trabajo

Se tomaron como referencia los trabajos de simulación desarrollados durante los proyectos Selgenbeef y Gene2Farm (Mouresan et al., 2017; Mouresan et al., 2018) ya citados en esta memoria anteriormente. Así, la propuesta consensuada por el Profesor Luis Varona, Catedrático de la Universidad de Zaragoza y Clara Díaz de INIA fue un proceso de elección en dos etapas. En una primera etapa, se elabora un listado de individuos a ser genotipados, listado al que denominaremos de “candidatos a ser genotipados” y, en una segunda etapa, entre estos candidatos se elegirán los individuos que maximicen la variabilidad de la población. Maximizar variabilidad, en este momento, significa minimizar el parentesco genealógico promedio entre los individuos candidatos a genotipar. Esta maximización se desarrollará con el programa Selec.f90 que se describe a continuación. Para crear el archivo de candidatos a genotipar se recomienda utilizar los siguientes criterios:



- 1.- Incluir solamente individuos “genéticamente vivos”, es decir de los que se disponga de muestra biológica o posibilidad de acceder a ella.
- 2.- Elegir entre los individuos de mayor fiabilidad en sus valoraciones genéticas.
- 3.- Individuos que teniendo fiabilidad se hayan utilizado en generaciones más recientes a los candidatos a la selección.
- 4.- Individuos que su fiabilidad provenga de la información propia y de la de sus descendientes.
- 5.- Entre individuos de igual fiabilidad elegir los extremos de la distribución de los valores mejorantes o VGPs intentar capturar la diversidad haplotípica existente en la población para un determinado o varios caracteres.

A partir de la creación del archivo de candidatos hay que ordenarlos para entrar al programa Selec.f90, que se describe a continuación, a partir del cual se elegirán los animales a genotipar bajo la premisa de maximizar la variabilidad global.

Obtención del listado de individuos a genotipar

Programa Selec.f90

Selec.f90 se encuentra en el ANEXO 6.

El programa proporciona un listado ordenado de animales a genotipar maximizando la diversidad genética de la población candidata.

El programa requiere de dos ficheros en modo texto:

1. **Un fichero de genealogía** con formato (Individuo-Padre-Madre). Los progenitores desconocidos se identifican con 0.

```
Animal1 0 0  
Animal2 Animal1 0  
Animal3 0 Animal2  
Animal 4 Animal1 Animal2
```

.....
.....

2. **Un fichero de candidatos a genotipar de acuerdo a los criterios antes establecidos**

```
Animal2  
Animal3  
Animal4
```

Todos los animales incluidos en el fichero de candidatos a genotipar deben estar incluidos en el fichero de pedigrí y, a su vez, todos los progenitores de los individuos del pedigrí deben tener también su entrada en este fichero.



Al ejecutarse, el programa solicita en primer lugar el nombre del **fichero de genealogía**

- Introduce el nombre del fichero de la genealogía=.

A continuación, solicita el nombre del fichero de candidatos.

- Introduce el nombre del fichero de **candidatos a genotipar**
Los individuos presentes en el fichero deben estar ordenados en función de las preferencias o de la relevancia de los individuos en la población

Posteriormente, el programa solicita el número de individuos a genotipar

- Introduce el **número de individuos a genotipar**.
Debe ser un valor inferior o igual al número de candidatos en el fichero anterior.

Finalmente, pregunta por un criterio de relajación, que debe tomar valores entre 0 y 1.

- Introduce el coeficiente de relajación (0-1): (sugerencia: 0.02)
El valor 0 elige a los individuos maximizando exclusivamente la diversidad genética de los individuos seleccionados. Valores más altos, ponderan con mayor importancia el ranking de candidatos aportados.

El programa calcula la matriz de parentesco entre los posibles candidatos y elige a los individuos de manera ordenada, tratando de maximizar la diversidad genética de la muestra.

El programa proporciona un fichero (**'Selected.txt'**), que incluye a los individuos a genotipar ordenados.

Aspectos a tener en cuenta

Si lo que buscamos es priorizar los candidatos a genotipar:

- Una posible opción es indicarle al programa que se van a genotipar tantos individuos como candidatos a genotipar haya. El programa proporcionará una lista de todos los individuos pero con una ordenación en función de su relevancia para el genotipado.

IMPORTANTE: La elección de individuos está condicionada por el individuo que pongamos en primer lugar:

- Si las preferencias no estuvieran claras, se sugiere hacer varias corridas del programa y buscar una solución de consenso.



Conclusiones

- Se ha establecido un procedimiento para la identificación de los candidatos a genotipar y de éstos elegir a los individuos que finalmente se genotiparán, que son aquellos individuos que maximizan la variabilidad entre los candidatos.
- La precisión de las valoraciones genéticas, minimizar el número de generaciones entre los individuos genotipados y de generaciones más recientes, los individuos de las colas de la distribución de los valores genéticos de los individuos son criterios a aplicar para crear los archivos de candidatos.

Literatura Citada

- Berry DP, Garcia JF and Garrick DJ 2016. Development and implementation of genomic predictions in beef cattle. *Animal Frontiers* 6, 32.
- Legarra A, Christensen O, Aguilar I, Misztal I 2014. Single Step, a general approach for genomic selection. *Livest. Prod Sci.* 166:54-6
- Mouresan EF, Altarriba J, Moreno C, Munilla S, Gonzalez-Rodreguez A, Varona L. 2017a. Performance of genomic selection under a single-step approach in autochthonous Spanish beef cattle populations. *J. Anim. Breed. Genet.* 134:289-299.
- Mouresan EF, J. J. Cañas-Álvarez, A. González-Rodríguez, Munilla S, Altarriba J, Díaz C, Baró JA, Molina A, Piedrafita J, Varona L. 2018 Evaluation of the potential use of a meta- population for genomic selection in autochthonous beef cattle populations. *Animal*



5.- DETERMINACION DE LA DISPONIBILIDAD DE MUESTRAS Y DE LA VIABILIDAD DE LA MUESTRAS ALMACENADAS

El desarrollo de los análisis de genotipado se puede beneficiar de otra serie de actividades que ya están llevando a cabo las asociaciones de criadores en el marco de sus programas de cría. Estas actividades en parte son el resultado del esfuerzo que todas las asociaciones participantes en esta encomienda vienen desarrollando en los últimos años por verificar paternidades y construir filiaciones, además de participar en proyectos de investigación e innovación todas ellas disponen de un banco de muestras que resulta de gran utilidad para el desarrollo de las actividades de genotipado de esta encomienda. Puede ser, igualmente valioso, el material reproductivo almacenado en los distintos bancos de germoplasma con los que cuentan las asociaciones de criadores.

Objetivo

Determinar la capacidad de las asociaciones para iniciar el genotipado de animales de interés por su contribución a la población y determinar su continuidad en un corto-medio plazo. Además de evaluar la calidad de algunas muestras de sangre almacenadas en el Laboratorio Central de Veterinaria de Algete procedentes del muestreo llevado a cabo por las asociaciones para verificar paternidades y/o construir filiaciones.

Procedimiento de Trabajo

Se elaboró una consulta entre las asociaciones para evaluar el número de animales “genéticamente” disponibles para el genotipado. Entendemos por genéticamente disponibles aquellos que bien están vivos, con lo cual es posible obtener una muestra biológica de ellos o bien, existe muestra biológica en cualquier forma ADN, sangre, semen, pelo, cartílago etc. La cuantificación de las muestras se les hizo atendiendo a dos premisas que se han utilizado como criterios para elegir los animales candidatos a ser genotipados:

- 1.- Animales con precisión alta en sus valoraciones genéticas. Ya se ha visto en el apartado 2 de esta encomienda que la fiabilidad depende entre otros factores de la información disponible. Esta puede ser en forma de dato propio, dato en la progenie y dato en los ascendientes.
- 2.- Evitar la pérdida de precisión de la evaluación genómica dado que se conoce que cuanto más distancia generacional existe entre los candidatos a la selección y los individuos genotipados mayor es la pérdida de precisión.



Así se les pidió cuantificar:

1.- El número de reproductores machos y hembras con muestra biológica disponibles:

- Con dato propio
- Con hijos
- Con hijos con datos

2.- El número de reproductores machos y hembras con posibilidad de obtener muestra porque están en activo:

- Con datos propio
- Con hijos
- Con hijos con datos

Además se les pidió que evaluaran el número de candidatos a la selección que pueden tener disponibles anualmente. Los candidatos son el número de machos y hembras que disponen de información fenotípica y que son susceptibles de ser elegidos para reposición cada año.

Al igual que en el caso del ovino de leche, algunas de las asociaciones de bovinos de carne disponen de muestras de sangre conservada en el Laboratorio Central de Veterinaria de Algete. En concreto ACRUGA dispone de 1.819 muestras, AECRANI de 1.335, ARAPARDA-FERPAM de 1.196, MORUCHA de 658 y por último RETINTA de 2.145. Ni ASEAVA ni CONASPI tienen muestras depositadas en Algete.

El personal del Laboratorio del Grupo de Rumiantes del INIA realizó diversas pruebas de extracción de material genético a partir de muestras de sangre almacenadas en Algete para evaluar si a partir de las muestras disponibles allí se podía obtener material genético (ADN) en cantidad y calidad suficiente para satisfacer los requerimientos de las plataformas de genotipado (17.2 ng de ADN por μl con unos ratios de calidad de $260/280 = 1.8$ a 2.00 y $260/230 > 1.5$). La prueba se realizó utilizando muestras de ovino porque las asociaciones de ovino de leche llevan realizando envíos sistemáticos de muestras a dicho laboratorio desde hace muchos años para la determinación de los genotipo del PRNP. Las alícuotas de sangre almacenadas en Algete tienen como buffer de suspensión EDTA o Magic Buffer. Se han probado cuatro protocolos de extracción de DNA distintos ("Salting out" (Miller et al., 1988); MasterPure DNA Purification Kit (Epicentre); Nucleospin kit (Machery -Nagel) y Extractor QIAcube con QIAamp DNA Blood Mini Kit) con muestras de sangre de las distintas razas resuspendidas en EDTA o Magic Buffer para determinar cuál de ellos es el más eficiente en la extracción de material genético de las muestras.

Resultados

Muestras disponibles para elaborar la lista de candidatos a genotipar.



En la Tabla 5.1 se presenta el número de muestras de reproductores machos disponibles o posible en cada una de las asociaciones. Se puede apreciar que el número de muestras disponibles y potenciales es muy heterogéneo en función de cada una de las asociaciones.

ASEAVA es la asociación que más disponibilidad tiene de muestras. En general, a excepción de CONASPI y MORUCHA, el resto de las asociaciones tienen un mayor número de muestras disponibles posibles lo que hace que sea factible la incorporación de la información genómica en los procesos de valoración genética de todas las asociaciones en un corto periodo de tiempo. Además, los reproductores también tienen información fenotípica propia o/y sus hijos con lo cual hace aún más viable implantar la incorporación de la información genómica en los programas de selección de estas razas.

Tabla 5.1. Número de muestras disponibles o posibles de los reproductores de las distintas asociaciones.

RAZAS	REPRODUCTORES MACHOS					
	Muestras Disponibles			Muestras Posibles*		
	Totales	Con Dato Propio	Con Hijos con Dato	Totales	Con Dato Propio	Con Hijos con Dato
ACRUGA	1.595	1.579	1.298	5	5	4
AECRANI	405	267	388	310	81	142
ARAPARDA	907	535	385	514	264	214
ASEAVA	10.112	10.112	8.722	34	34	21
CONASPI	308	183	14	850	520	650
FERPAM	744	680	312	34		
MORUCHA	71	48	31	89	70	21
RETINTA	485	485	371	23	23	14

* Reproductores en activo de los que se puede obtener muestra si fuera necesario.

No obstante, esta tabla ha puesto de manifiesto la situación de MORUCHA. El número de reproductores con muestra disponible y potencial resulta preocupantemente reducido en comparación con las otras poblaciones. En este sentido habría que pensar en la utilización de la información genómica en MORUCHA para la implementación de una estrategia de Contribuciones Óptimas para controlar la consanguinidad (Sonenson et al., 2012). La



estimación de los censos efectivos en estas poblaciones excepto ARPARDA y FERPAM varían en función del método de cálculo y la información utilizada (Cañas-Alvarez et al., 2014) pero sistemáticamente identificaba a la MORUCHA como la raza de menor censo efectivo.

En la Tabla 5.2 se presenta el número de muestras de reproductoras disponibles o posibles en cada una de las asociaciones. En el caso de las hembras, existe un número importante de muestras disponibles, posiblemente debido al esfuerzo de la mayoría de las asociaciones por construir filiaciones. La mayor parte de las asociaciones, a excepción de CONASPI, disponen de muestras biológicas en las hembras. En CONASPI existe un gran número de hembras en

Tabla 5.2. Número de muestras disponibles o posibles de las reproductoras de las distintas asociaciones.

RAZAS	REPRODUCTORAS HEMBRAS					
	Muestras Disponibles			Muestras Posibles*		
	Totales	Con Dato Propio	Con Hijos con Dato	Totales	Con Dato Propio	Con Hijos con Dato
ACRUGA	43.839	28.857	40.909	4.543	2.255	3.628
AECRANI	11.236	6.288	8.779	5.996	2.687	2.910
ARAPARDA	1510	579	379	17.022	5.001	3.701
ASEAVA	89.928	36.223	64.194	10.546	1.191	5.718
CONASPI	275	175	90	18.000	8.300	15.000
FERPAM	1.669	1.503	895	386		
MORUCHA	2400	959	676	9.889	2.127	1.337
RETINTA	1.843	1.843	479	5.407	5.407	2.072

* Reproductoras en activo de los que se puede obtener muestra si fuera necesario

activo para obtener muestras. Además de la misma manera que en los reproductores, un alto porcentaje de ellas o tienen información propia o en sus hijos.

En la Tabla 5.3 se muestra el número de candidatos que cada asociación podría tener disponible como candidatos a la selección cada año. Los números son de nuevo muy heterogéneos y de nuevo MORUCHA parece mostrar una disponibilidad más baja que el resto de las asociaciones.



Tabla 5.3 Número de candidatos a la selección previstos en cada raza por año

RAZAS	MACHOS	HEMBRAS
ACRUGA	1595	1579
AECRANI	1254	791
ARAPARDA	160	400
ASEAVA	1344	5850
CONASPI	3200	3200
FERPAM	500	500
MORUCHA	79	128
RETINTA	1500	1650

Pruebas de laboratorio de las muestras del Laboratorio Central de Algete

Los resultados de las pruebas de laboratorio de las muestras del Laboratorio Central de Algete se adjuntan en el ANEXO 7. En general todos los métodos de extracción rindieron cantidades suficientes de material genético con unas calidades aceptables para el ratio 260/280 y bajas para el ratio 260/230. En cuanto al buffer de re-suspensión, aunque las muestras con EDTA rindieron mejores ratios 260/280 que las conservadas en Magic Buffer y similares para el ratio 260/230, es importante tener en cuenta que dichas ratios de absorbancia se ven modificadas al incorporar Magic Buffer a la muestra biológica, por lo que, al menos en el caso de las muestras conservadas en Magic Buffer, las absorbancias solo son útiles para medir la concentración del ADN pero no reflejan la capacidad de dicho ADN para generar SNPs.

Conclusiones

- El estudio sobre el número de muestras disponibles y/o posibles tanto en reproductores como en reproductoras a la vez que el número de candidatos ha puesto de manifiesto que las asociaciones de vacuno de carne autóctono están en disposición de abordar la incorporación de la información genómica en sus programas de selección.



- El número de machos con muestras existentes y posibles en algunas asociaciones es bajo, particularmente en MORUCHA. Ello genera la necesidad de implementar alguna estrategia de control de la variabilidad como el método de contribuciones óptimas que permite maximizar respuesta minimizando pérdida de variabilidad como ya había puesto de manifiesto con el cálculo del censo efectivo.
- Las muestras depositadas en el Laboratorio Central de Algete es conveniente utilizarlas únicamente en el caso de que los animales tengan un gran interés para la raza.

Literatura Citada

- Cañas-Álvarez JJ, González-Rodríguez A, Martín-Collado D, Avilés C, Altarriba J, Baro JA, De la Fuente LF, Díaz C, Molina A, Varona L, and J. Piedrafita. 2014. Monitoring changes in the demographic and genealogical structure of the main Spanish local beef breeds. *J Anim Sci* 92:4364-4374
- Sonesson AK, Woolliams JA, Meuwissen THE 2012. Genomic selection requires genomic control of inbreeding. *Genet. Select Evol* 44:27.