



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



Departamento de  
Mejora Genética Animal

**INFORME SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA DE LAS RAZAS  
OVINAS DE APTITUD LÁCTEA DE CARA A LA APLICACIÓN DE LA SELECCIÓN  
GENÓMICA.**

**MAGDALENA SERRANO NOREÑA  
CIENTÍFICO TITULAR DE OPIS  
DEPARTAMENTO DE MEJORA GENÉTICA ANIMAL  
INIA**



## INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	3
2.- RESUMEN EJECUTIVO	5
3.- ANÁLISIS DEL CONTROL DE RENDIMIENTOS	7
3.1.- DATOS HISTÓRICOS DEL CONTROL DE RENDIMIENTOS	7
3.2.- ANÁLISIS DAFO DEL CONTROL DE RENDIMIENTOS	13
4.- ENCUESTA AL GANADERO SOBRE SU PERCEPCIÓN DE LA SELECCIÓN GENÓMICA	20
5.- CUESTIONARIO PARA LA OBTENCIÓN DE LA CERTIFICACIÓN ICAR	36
6.- FENOTIPOS: SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVAS PROPUESTAS	40
7.- DEFINICIÓN DE CRITERIOS PARA IDENTIFICAR ANIMALES CANDIDATOS AL GENOTIPADO	51
8.- EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS BIOLÓGICAS DISPONIBLES Y DE LA PREVISIÓN DE ANIMALES CANDIDATOS AL GENOTIPADO EN LOS PRÓXIMOS AÑOS	54
9.- CONCLUSIONES GENERALES	58



## 1.- Introducción

Los avances en genética molecular, y concretamente en el desarrollo de plataformas de genotipado para las especies ganaderas que contienen miles de polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs), que son regiones del genoma que están directamente relacionadas con los caracteres objeto de selección, han proporcionado la posibilidad de incorporar una nueva fuente de información a los programas de mejora genética clásicos. Así surge el término “evaluación genómica” que hace referencia a la incorporación de la información molecular a los modelos de predicción del valor genético de los animales para el/los carácter/es objeto de selección. La incorporación de la información genómica a la predicción de los valores genéticos permite realizar una selección más precisa de los candidatos y por tanto conseguir una mayor eficiencia y respuesta del programa de selección. Sin embargo, hoy por hoy, los costes de genotipado son elevados y la implantación de la selección genómica es compleja requiriendo unos mínimos de organización y desarrollo de los programas de mejora para que ésta manifieste todo su potencial y resulte económicamente rentable.

El objetivo de esta primera actividad de la Encomienda de gestión es, por tanto, determinar si los actuales programas de mejora genética existentes en las razas ovinas lecheras, se encuentran en una situación que permita la implementación de la selección genómica de forma exitosa.

Tal y como se recoge en el pliego de la encomienda, las actividades se desarrollarán a través de un Grupo de Trabajo de Selección Genómica de Ovino de Leche. El grupo que se constituyó para desarrollar los trabajos relativos al objeto de esta Encomienda.

***-Evaluación de la aplicación de la selección genómica a los programas de mejora genética de ganado ovino lechero-*** está integrado por:

- Las Asociaciones de Ganaderos y sus secretarios o responsables:
  - AGRAMA (Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Manchega) Roberto Gallego
  - ANCHE (Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Churra) Sandra de la Hera
  - ASSAF.E (Asociación Nacional de Criadores de la Raza Ovina Assaf) Fernando Freire
  - CONFELAC (Confederación de Asociaciones de Criadores de Ovino de razas Latxa y Carranzana) Lourdes Mintegui
- Sus genetistas:
  - Juan José Jurado y M<sup>a</sup> Ángeles Jiménez Hernando, de la raza Assaf
  - Luis Fernando de la Fuente, de la raza Churra
  - M<sup>a</sup> Dolores Pérez-Guzmán y Manuel Ramón, de la raza Manchega
  - Eva Ugarte, de la raza Latxa
- Dos expertos en la materia de la UEECA, Juan Jose Arranz y Luis Varona y FEAGAS como asesores del MAPA



- Personal del MAPA
- Responsables del INIA para el desarrollo de la Encomienda, Clara Díaz Martín y Magdalena Serrano

Desde la constitución del Grupo de Trabajo, se han celebrado varias reuniones para abordar las distintas tareas propuestas para el desarrollo de la primera fase de la Encomienda. En el Anexo 1 se incluyen los órdenes del día propuestos para cada una de estas reuniones y los temas a tratar en cada una de ellas.

Para dar respuesta a esta primera actuación de la Encomienda - **3.1.1 Inicio de la elaboración de un informe sobre la situación de los programas de mejora de las razas ovinas de aptitud láctea de cara a la aplicación de la selección genómica** y **3.2.1 Finalización de la elaboración de un informe sobre la situación de los programas de mejora de las razas ovinas de aptitud láctea de cara a la aplicación de la selección genómica**, se han llevado a cabo las siguientes actuaciones, de acuerdo al pliego de la Encomienda:

1. Criterios de homogeneización de los datos históricos del control lechero en las razas ovinas participantes y análisis de la situación actual de sus programas de mejora genética clásica, con el fin de determinar su adecuación para la incorporación de valoraciones genómicas.
2. Propuesta de nuevos caracteres fenotípicos a considerar y desarrollo de la metodología para su recolección.
3. Definición de criterios homogéneos para identificar los animales con potencial interés para su genotipado en las distintas razas, según los principios de representatividad y fiabilidad. Dichos animales serán identificados de forma individual en el informe y destinados a la creación de las poblaciones de referencia.
4. Evaluación de la disponibilidad de muestras biológicas existentes y el grado de compromiso por parte de las asociaciones y de sus ganaderos para la obtención de nuevas muestras.



## 2.- Resumen Ejecutivo

### OBJETIVO

Evaluar la **situación actual de los programas de mejora de las razas ovinas de aptitud láctea** de cara a la aplicación de la **selección genómica**

### PARTICIPANTES

- Asociaciones de Ganaderos de las razas ovinas de leche:
  - Assaf
  - Churra
  - Latxa
  - Manchega
- Sus Genetistas
- UEECA, MAPAMA, FEAGAS, INIA

### PROGRAMA DE ACTUACIÓN

- Análisis Control de Rendimientos
  - Datos Históricos
  - DAFOS
- Encuesta Ganaderos Selección Genómica
- Certificación ICAR Cuestionarios
- Nuevos Fenotipos
- Criterios Genotipado
- Muestras Biológicas Disponibles

### PRINCIPALES RESULTADOS: Control de Rendimientos

- ✓ Todas las razas realizan una recogida óptima de fenotipos de caracteres lecheros
- ✓ Elevado uso de pruebas de ADN para filiación, que garantiza genealogías fiables
- ✓ Definir un fenotipo común a todas las razas para una valoración genómica conjunta
- ✓ **Estrategia ofensiva:** explotar al máximo fenotipos directos e indirectos generados por el control de rendimientos para rentabilizar su coste
- ✓ **Estrategia de Supervivencia:** cooperativismo y rediseño de los sistemas de producción

### PRINCIPALES RESULTADOS: Encuesta Ganaderos

- ✓ Percepción negativa de la selección fenotípica
- ✓ Apoyo general a la selección genómica
- ✓ Se sigue valorando la apariencia externa de los animales
- ✓ A mayor tecnificación y profesionalización más apoyo a la genética-genómica



#### **PRINCIPALES RESULTADOS: Certificación ICAR**

- ✓ 9 cuestionarios completado por todas las asociaciones
- ✓ Valorar defectos y carencias para subsanar antes de la inspección de ICAR

#### **PRINCIPALES RESULTADOS: Nuevos fenotipos**

- ✓ Utilización a corto plazo como nuevos criterios de selección, de fenotipos existentes para caracteres productivos, reproductivos y funcionales
- ✓ Los nuevos fenotipos de interés deberán ser primero testados a nivel experimental
- ✓ Las herramientas “ómicas” podrán ser muy útiles para fenotipos existentes poco heredables y para nuevos fenotipos de difícil medida

#### **PRINCIPALES RESULTADOS: Criterios genotipado**

- ✓ Machos de IA con gran número de descendientes
- ✓ Muestra aleatoria de hembras con 2 o 3 lactaciones de distintos rebaños
- ✓ Madres y padres de candidatos a la selección
- ✓ Machos de monta natural de los rebaños con mucha descendencia

#### **PRINCIPALES RESULTADOS: Disponibilidad de muestras y futuros genotipados**

- ✓ Hay disponibilidad de muestras de sangre de animales de todas las razas en el Laboratorio Central de Veterinaria de Algete y en Xenetica Fontao
- ✓ Habrá que determinar si la calidad del ADN extraído es suficiente para el genotipado
- ✓ Las altas tasas de reposición en todas las razas garantizan un gran número de candidatos a la selección susceptibles de ser genotipados anualmente

#### **CONCLUSIONES**

- ✓ El Control Lechero es un herramienta eficiente para la recogida de fenotipos de producción de leche
- ✓ Es costoso pero podría ser rentabilizado utilizando la información indirecta que genera (fenotipos existentes)
- ✓ Hay nuevos fenotipos con los que se podría hacer frente a nuevos retos en la producción de leche de ovinos que deben ser sometidos a estudio
- ✓ Las asociaciones y sus ganaderos apuestan por la incorporación de la genómica
- ✓ Los actuales programas de mejora genética de las razas ovinas participantes tienen un nivel de organización y desarrollo que permiten la implementación de la selección genómica



### **3.- Análisis del Control de Rendimientos**

#### ***3.1- Datos Históricos del Control de Rendimientos***

##### ***Objetivo***

El primer estudio para estimar la idoneidad de los actuales programas de selección genética de las cuatro razas ovinas lecheras participantes en la Encomienda para la implementación de la selección genómica, fue realizar un análisis exhaustivo del control de rendimientos que realiza cada una de estas razas en el marco del desarrollo de sus programas de mejora genética. En las cuatro razas lecheras, los programas de selección genética clásica llevan décadas aplicándose y por tanto todas ellas cuentan con extensas bases de datos de fenotipos relacionados con la producción lechera y registros de pedigrí, que en los últimos años son verificados con pruebas de ADN. Para la recogida de esta información se elaboró un cuestionario que se adjunta en el Anexo2.

##### ***Resultados***

En la Tabla 1 se presentan los datos recabados en relación al control de rendimientos que se realiza en las cuatro razas mencionadas y los efectivos de cada raza sujetos a dicho control. Los datos de explotaciones y productivos corresponden al año 2017. Los censos de reproductores varían entre razas, siendo superiores en las razas Assaf y Manchega frente a Churra y Latxa. En todas las razas el tipo de control lechero es AT4, que consiste en el control en las explotaciones de cuatro controles alternos (mañana y tarde) con una periodicidad de cuatro semanas, alternándose un mes en el ordeño de la mañana y al control siguiente en el de la tarde. En el caso de la raza Latxa algunos rebaños utilizan el control lechero simplificado AC que consiste en el control mensual del mismo ordeño diario y control de la cantidad de leche total ordeñada en el rebaño el día de control. Las razas Assaf y Churra realizan controles sistemáticos de la composición láctea (grasa, proteína y recuento de células somáticas). En la raza Manchega este control cualitativo es facultativo llevándose a cabo sólo en algunas ganaderías y en la raza Latxa en la mitad de los rebaños adscritos al programa de mejora genética. Los datos fenotípicos de conformación de ubre, se recogen en todas las razas una o dos veces en la vida del animal según la metodología propuesta por De la Fuente y col 1996 (A linear evaluation system for udder traits in dairy ewes. *Livestock Production Science*, 45, 171-178).

En relación al manejo del control lechero, las razas Assaf y Churra siguen las normas ICAR en cuanto a los límites en días y en producción para considerar un control lechero válido. Así, el primer control es recogido entre los 20 y 72 días después del parto, el periodo entre controles consecutivos es de 28 a 38 días, se admite un control faltante en los meses de verano y la cantidad de leche por control debe ser  $\geq 200$  ml. En la raza Latxa estos parámetros son algo diferentes admitiéndose un intervalo de 4 a 70 días entre el parto y el primer control y un intervalo entre controles de 27 a 33 días. En la raza Manchega, que es la única que utiliza como fenotipo para la evaluación genética la “producción en el día de control”, las exigencias solo se



refieren a la cantidad mínima de leche por control ( $> 200$  ml) y al número de días entre el parto y el primer control productivo (en el periodo 5 a 75 días después del parto). También entre las razas existen diferencias en la exigencia de número de controles para declarar una lactación válida y en la utilización o no de la extensión de lactaciones incompletas, que solo es utilizada sistemáticamente por la raza Assaf.

En las razas Assaf, Churra y Latxa la producción por lactación, que es el fenotipo que se utilizará en la evaluación genética, se calcula mediante el método Fleischmann, siendo variable el número de días a los que la lactación es estandarizada (120 o 150 según la raza). En el caso de la raza Manchega, se calcula el dato de producción por lactación a 120 días con este mismo método para entregárselo al ganadero, pero el fenotipo utilizado en la evaluación genética es la producción diaria en 120 días.

Los detalles de los programas de mejora genética actualmente desarrollados en cada una de estas razas, se pueden consultar en sus páginas web correspondientes:

#### AGRAMA

[https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/resoluciondeaprobacionrazaovinamanchegafirmada\\_tcm30-524472.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/resoluciondeaprobacionrazaovinamanchegafirmada_tcm30-524472.pdf)

#### ANCHE

[https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/report\\_resoluciondeaprobacionpccchurra\\_tcm30-520261.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/report_resoluciondeaprobacionpccchurra_tcm30-520261.pdf)

#### ASSAF.E

[https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/Programa%20mejora%20ASSAF.%20Definitivo\\_tcm30-114480.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/Programa%20mejora%20ASSAF.%20Definitivo_tcm30-114480.pdf)

#### CONFELAC

[https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/programademejoralatxa-carranzana\\_tcm30-115283.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/zootecnia/programademejoralatxa-carranzana_tcm30-115283.pdf)

En cuanto a los datos de genealogía, desde hace años en las cuatro razas se utilizan las pruebas de ADN para asignar las filiaciones en mayor o menor extensión dependiendo de la raza. La utilización de marcadores genéticos para la asignación de filiaciones permite la constitución de genealogías más fiables lo que repercutirá en la confiabilidad de las predicciones genéticas de los animales. En la tabla 2 se muestran las pruebas de filiación.





**Tabla 1.-** Datos históricos del control de rendimientos en las razas de aptitud láctea incluidas en la Encomienda

INFORMACION		Raza Manchega	Raza Assaf	Raza Latxa	Raza Churra
EXPLOTACIONES	nº ganaderías	139	131	170	49
	nº controladores	5	15	11	9
	nº reproductoras	177374	142188	64360	55025
	nº ovejas controladas	132061	111207	47130	34696
	nº machos reproductores	3119	6147	3867	2022
	nº animales inscritos en LG	185398	149130	86650	162078
CONTROL LECHERO	tipo de control	AT4	AT4	AT/AC	AT4
	nº de controles	4 o 5	6	5	6
	tipo medidores	E/V/SM	E/V/SM	V	V
	lector electrónico	SI	SI	SI	SI
DATOS PRODUCTIVOS 2017	nº lactaciones iniciadas	144902	95902	47130	34696
	nº lactaciones finalizadas	120405	78447	38319	30140
	nº lactaciones válidas	66714	66001	38319	27710
	estandarización producción leche (días) o día de control (TD)	TD	150	120	120
	tratamiento del periodo de lactancia del cordero	CM 30 días	CM 20 días/LA	CM 30 días	CM 20 días
DATOS CALIDAD Y UBRES	control de calidad (grasa y proteína)/nº de muestras analizadas/estandarización o día de control (TD)	facultativa/17900/TD	SI/542638/150	SI/41476/120	SI/58431/120
	recuento células somáticas/nº de muestras analizadas/estandarización o día de control (TD)	facultativa/17900/TD	SI/542638/TD	SI/41476/120	SI/58431/120
	datos de morfología de ubre/caracteres medidos/escala	SI/PROF; INS; TP; CP; CG/1-9	SI/PROF; INS; TP; CP; CG/1-9	SI/PROF; INS; TP; CP/1-9	SI/PROF; INS; TP; CP; CG/1-9
TRATAMIENTO DE LOS CONTROLES Y CALCULO DE LA LACTACIÓN	límites controles válidos (días y producción)	Producción mínima por control (turno) > 200 ml/control. 1º control entre los 5 y 75 días después del parto	Parto-1º control (20-72 días); Controles consecutivos (28-38 días); Se permite un control faltante en los meses de verano; > 200 ml/control	Parto-1º control (4-70 días); Intervalo entre controles (27-33 días); Se admite un intervalo de 66 días por un posible error en algún control intermedio	Normas de ICAR. Parto-1º control (20-72 días); Controles consecutivos (28-38 días); Se permite un control faltante en los meses de verano; > 200 ml/control
	lactación válida	TD, pero mínimo 2 controles (dentro de la lactación)	5 controles sin error	Mínimo de 3 controles en > 2 años y mínimo de 2 en < 2 años	mínimo 2 controles mínimo 30 litros lactación
	método tipificación lactación	TD (No se tipifican lactaciones)	Fleischmann	Fleischmann	Fleischmann Leche 0-120 días Leche 30-120 días
	extensión de lactaciones incompletas y/o en curso	TD (No se extienden lactaciones)	SI (3 controles sin error mínimo para la extensión)	SI (solamente para la "prevaloración" de mayo)	NO

**Caracteres de conformación de ubre:**  
 PROF=profundidad;  
 INS=inserción;  
 TP=tamaño pezones;  
 CP=colocación pezones;  
 CG=conformación general  
**TD** = producción en el día de control  
**Tratamiento del periodo de lactancia del cordero:** CM=con la madre x días;  
 LA=lactancia artificial  
**Tipo de medidores:**  
 E=electrónicos;  
 V=volumétricos;  
 SM=sistemas mixtos



**Tabla 2.-** Análisis de ADN para asignación de filiaciones realizados entre los años 2013 y 2017 por las cuatro razas ovinas

RAZA	AÑO	Nº de análisis de marcadores genéticos para filiación realizados en el año	Nº total de animales activos en LG y con análisis de marcadores genéticos realizados	Nº controles de filiación realizados en el año de referencia
ASSAF	2013	28.304	90.078	28.304
	2014	34.979	88.085	34.979
	2015	34.013	70.606	30.806
	2016	42.078	103.060	39.111
	2017	34.963	112.935	34.963
CHURRA	2013	265	1.689	307
	2014	509	2.226	153
	2015	817	1.110	203
	2016	364	1.152	586
	2017	602	1.450	1.180
LATXA	2013	439	1.926	218
	2014	3.914	2.739	209
	2015	1.965	6.922	1.324
	2016	1.155	6.159	599
	2017	417	5.908	721
MANCHEGA	2013	26.722	73.559	17.095
	2014	29.357	84.087	17.110
	2015	33.328	95.006	21.610
	2016	39.134	112.447	25.810
	2017	41.509	114.909	29.609

En los reglamentos del Libro Genealógico de cada raza se detalla para qué animales es obligada la prueba de ADN.

En las razas Churra y Latxa el reglamento obliga a pruebas de filiación para los machos que ingresan en el centro de inseminación artificial para la prueba de progenie. Actualmente en la raza Churra se filian todos los machos del centro de inseminación, las mejores ovejas y todos los animales que se están analizando para selección genómica.

En los primeros años (2001-2006) en la raza Manchega se hacían pruebas de filiación a los machos que ingresaban en el centro de inseminación artificial para la prueba de progenie, a los machos de MN y a un porcentaje de hembras del parte de nacimientos. En esta raza desde el año 2015 todos los animales inscritos en el libro genealógico tienen prueba de filiación y



desde el año 2018 se hacen análisis de ADN a todos los animales de reposición, provengan de apareamientos de inseminación artificial o de monta natural.

La raza Assaf indica en su reglamento la obligatoriedad de la filiación para machos que van a exposición y venta y a un muestreo aleatorio de machos y hembras procedentes de inseminación artificial, sin embargo, desde el año 2011 se realizan pruebas de ADN a todos los animales que quedan de reposición procedentes de apareamientos tanto de inseminación artificial como de monta natural.

En la tabla 3 se muestran los datos productivos y genealógicos con los que se han llevado a cabo las últimas valoraciones genéticas en cada una de las razas, así como la tendencia genética estimada en litros de leche por año. Todos los programas de selección genética muestran una progresión positiva y una respuesta genética acorde con la intensidad de selección ejercida en cada caso, pero además han contribuido a mejorar las condiciones de manejo alimenticio, reproductivo y sanitario de las explotaciones adscritas a los programas de selección.

**Tabla 3.-** Datos de producción, genealogía y tendencia genética de la última evaluación genética llevada a cabo en cada una de las razas ovinas

Datos	Assaf	Churra	Latxa	Manchega
nº lactaciones	942.732	518.257	1.215.138	1.662.044
nº ovejas	342.029	145.415	429.899	523.469
nº animales en genealogía	357.493	192.237	494.095	545.141
nº animales con padre y madre conocidos	146.278	29.424	143.638	232.728
nº animales solo con madre conocida	35.495	139.453	194.924	97.649
producción inicial-produccion actual por lactación en litros	273-380	97-134	116-189 Latxa Cara Negra 112-193 Latxa Cara Rubia 121-154 Latxa Cara Negra Navarra	146-198
tendencia genetica en litros de leche/año	8,94	1,45	4,20 Latxa Cara Negra 5,20 Latxa Cara Rubia 4,60 Latxa Cara Negra Navarra	4,70
periodo de cálculo de la tendencia genética	2003-2018	1988-2017	1990-2018	2000-2018



### *Conclusiones*

- Las razas ovinas de leche Assaf, Churra, Latxa y Manchega realizan una recogida óptima de fenotipos de caracteres lecheros sobre un importante número de efectivos.
- Las filiaciones con pruebas de ADN se han ido constituyendo en la herramienta esencial para la constitución de genealogías fiables.
- Las diferencias más importantes entre las cuatro razas proceden de la recogida de datos del control, del manejo de los controles para el cálculo de la lactación y del número de días a la que ésta es estandarizada.
- El fenotipo para los caracteres de producción y calidad de leche que se utiliza para realizar la valoración genética es diferente en cada raza por lo que las valoraciones genéticas no serán comparables entre sí.
- Todos los programas de mejora genética muestran una respuesta positiva a la selección del carácter producción de leche, acorde con la intensidad de selección ejercida en cada caso.
- Para la segunda fase de esta Encomienda, será necesario estudiar la posibilidad de utilizar **un fenotipo común a todas las razas lecheras y un modelo de valoración genética equivalente, con el fin de poder realizar una valoración genómica conjunta de todas las razas.**



### ***3.2.- Análisis DAFO del control de rendimientos***

#### ***Objetivo***

El análisis DAFO es una herramienta de desarrollo estratégico que mediante el estudio de la situación actual de una determinada entidad (institución, empresa, proyecto, etc.) a través del análisis de su situación interna (Debilidades y Fortalezas) y externa (Amenazas y Oportunidades) ayuda a identificar la estrategia con mayor potencial de éxito. Esta herramienta ayuda a diseñar estrategias para combatir las debilidades y amenazas y sacar rendimiento de las fortalezas y oportunidades. Con los elementos identificados mediante la estructura DAFO se construye una matriz cuyo análisis permite visualizar las interacciones entre los aspectos internos y externos para diseñar estrategias de acción. De la combinación de las fortalezas y las oportunidades surgen las potencialidades del sistema. Las limitaciones del sistema vienen dadas por la combinación de las debilidades y amenazas, el riesgo por la de fortalezas y amenazas y los desafíos por la de debilidades y oportunidades. La identificación de las potencialidades, desafíos, amenazas y limitaciones permiten determinar las estrategias con mayor potencial de éxito e impacto en la situación actual de la entidad.

El análisis DAFO para el control de rendimientos en ovino lechero tuvo un doble objetivo. Primero realizar un análisis sosegado y participativo de la situación actual de las asociaciones de ovino de leche en lo relativo al control de rendimientos y el uso de los datos generados, su estructura y su marco político técnico. El segundo, y principal objetivo, es la identificación de estrategias que permitan optimizar el control de rendimientos en el sector.

#### ***Metodología***

El primer paso fue la identificación participativa de los aspectos más relevantes del control de rendimientos mediante el marco DAFO, que fueron señalados por los responsables y genetistas de cada una de las Asociaciones de Ganaderos de las razas ovinas de leche que participan en la Encomienda, en función de su experiencia personal y profundo conocimiento del sistema de control de rendimientos de la producción lechera de las razas que gestionan. Los elementos identificados se refinaron y reestructuraron, eliminando cuestiones repetidas y reubicando algunos de los aspectos identificados en su lugar correspondiente. La matriz DAFO definitiva quedó constituida por 9 Fortalezas, 15 Debilidades, 3 Oportunidades y 3 Amenazas. Posteriormente, se solicitó a los responsables de cada Asociación de Ganaderos que valoraran los contenidos de la matriz DAFO para cada una de sus razas independientemente mediante las siguientes pautas:

- Valorar de 0 a 10 la importancia de cada aspecto (Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas) siendo 0=irrelevante y 10=extremadamente importante.
- Señalar las 3 fortalezas MÁS importantes y las 3 fortalezas MENOS importantes.
- Señalar las 5 debilidades MÁS importantes y las 5 debilidades MENOS importantes.
- Señalar la oportunidad MÁS importante y la MENOS importante.



- Señalar la amenaza **MÁS** importante y la **MENOS** importante.

Una vez determinados los elementos DAFO y cuantificada su importancia, se construyó la matriz DAFO, que incluye las Debilidades y Fortalezas más importantes en filas y las Oportunidades y Amenazas más importantes en columnas. Dado que se solicitó la elección de las 3 fortalezas, 5 debilidades, la amenaza y la oportunidad más importantes, la matriz DAFO tuvo una dimensión final de 8 filas por 2 columnas. El valor de cada interacción de la matriz se calculó como el producto de la valoración de cada uno de los elementos que la componen.

De la combinación de las fortalezas y las oportunidades surgen las **potencialidades** del sistema, que son precisamente las que señalarán las **estrategias ofensivas** a proponer. La combinación de las debilidades y amenazas revelan las **limitaciones** que permitirán definir las **estrategias de supervivencia**. Los **riesgos** del sistema, identificados por las fortalezas y amenazas del mismo, señalarán las **estrategias defensivas** a seguir. Finalmente, los **desafíos** identificados como producto de las debilidades y oportunidades permitirán el diseño de las **estrategias adaptativas** del control lechero.

### **Resultados**

En la Tabla 4 se muestran los resultados del DAFO para el control de rendimientos de ovino de leche y la valoración, que los responsables de cada asociación de ganaderos de las razas implicadas en la Encomienda, ha dado a cada una de las cuestiones planteadas.

Las tres Fortalezas con mayor puntuación media fueron:

- a) la buena calidad de la información generada por el control lechero
- b) la eficiente transferencia al ganadero de la información generada por el control lechero
- c) la disponibilidad de información previa al control (datos de parto) que mejora el funcionamiento del sistema y minimiza los posibles errores

Las cinco Debilidades más puntuadas fueron:

- a) la falta de relevo generacional en el control lechero
- b) el coste del control lechero
- c) la escasa adaptación de los sistemas de ordeño para el ganado ovino
- d) el muy elevado o muy reducido número de animales por explotación que dificultan la realización del control lechero
- e) los problemas ocasionados por los medidores

La oportunidad más relevante seleccionada por todas las asociaciones fue la existencia de nuevas tecnologías que permiten una mejor utilización de los datos del control lechero. La fluctuación de los precios de la leche y de otros insumos (alimentación animal), que provocan



que el ganadero abandone el control lechero para ahorrar costes, fue la amenaza identificada como más importante por todas las asociaciones.

Las tres fortalezas más veces seleccionadas coincidieron con las que alcanzaron mayor puntuación en importancia (1, 2 y 8). La debilidad más veces elegida, necesidad de depuración de los datos recogidos (13), obtuvo sin embargo una baja puntuación media en importancia.

La tabla 5 muestra los resultados de la matriz DAFO para cada una de las razas ovinas lecheras. Dado que todas las razas señalaron la misma oportunidad y amenaza como las más relevantes, la definición de las potencialidades, limitaciones, riesgos y desafíos del sistema provendrá de las diferencias en las fortalezas y debilidades identificadas en cada caso.



**Tabla 4.- DAFO del control de rendimientos de los sistemas de producción de ovino de leche**

DAFOS CONTROL LECHERO OVINO		ASSAF	CHURRA	LATXA	MANCHEGA	ASSAF	CHURRA	LATXA	MANCHEGA	ASSAF	CHURRA	LATXA	MANCHEGA
<b>FORTALEZAS DEL CONTROL DE RENDIMIENTO EN OVINO DEL LECHE</b>		Valorar de 0 a 10 la importancia de cada aspecto 0=>irrelevante / 10=>extremadamente importante				Señala las 3 fortalezas MAS importantes				Señala las 3 fortalezas MENOS importantes			
1	Buena calidad de la información generada por el control de rendimientos	9	8	10	8	X	X	X					
2	Transferencia eficiente al ganadero de la información generada por el control lechero	9	8	9	9		X	X					
3	Datos analíticos que favorecen el manejo del rebaño	8	8	7	4		X			X		X	X
4	Sistema "uniforme" de recogida de información	6	6	9	9						X		
5	Personal formado y profesionalizado	8	7	8	8	X				X	X		X
6	Mayor concienciación y profesionalización del ganadero	7	7	7	8	X							X
7	Actividades concomitantes al control de rendimiento lechero (control de aspectos sanitarios, de manejo, de alimentación, reproductivos, etc.)	7	8	7	9				X			X	
8	Disponibilidad de información previa al control (datos de parto) que mejora el funcionamiento del sistema y minimiza posibles errores	8	8	10	9			X	X				
9	Sistemas de control automatizados de las salas de ordeño a partir de las que se puede obtener una información más exacta del control lechero	6	5	7	9				X	X	X	X	
<b>DEBILIDADES DEL CONTROL DE RENDIMIENTO EN OVINO DE LECHE</b>		Valorar de 0 a 10 la importancia de cada aspecto				Señala las 5 debilidades MAS importantes				Señala las 5 debilidades MENOS importantes			
1	Alto coste del control lechero	5	6	9	9			X	X	X	X		
2	Dificultad para uniformizar/homogeneizar el CLO por la existencia de distintos escenarios -1 parto año estacional; 6 parideras; sistemas de explotación intensivos, extensivos, etc-	6	8	5	6		X						
3	No hay renovación generacional en los ganaderos en control de rendimiento lechero	6	9	10	7		X	X					
4	Sistemas de ordeño no optimos para el ovino porque se aprovechan adaptaciones de otras especies como el bovino	8	7	5	9	X			X			X	
5	Escaso aprovechamiento y explotación de los datos almacenados	6	6	5	7	X					X		
6	Poca coordinación en la realización de las actividades del control lechero entre todos los agentes implicados, asociaciones, centros autonómicos, genetistas	6	6	5	1					X	X		X
7	Problemas derivados del "Pago por calidad" (nuevos parámetros) y escaso control de aspectos relacionados con la reproducción, alimentación, etc. (urea, BHB)	8	6	5	7						X	X	
8	Diferencias en el coste del control de rendimiento lechero entre CCAA	8	7	5	0	X							X
9	No existe un dispositivo común de transferencia de datos de los ganaderos a las asociaciones	4	6	5	0					X			X
10	Distorsiones que ocasiona el control lechero en la rutina del ordeño, tiempo, personal, etc	5	7	5	8	X			X			X	
11	Muy elevado o muy reducido número de animales por explotación, que dificultan la realización del control lechero	6	8	7	7		X	X					
12	Problemas ocasionados por los medidores	6	7	6	8			X	X	X			
13	Necesidad de depuración de los datos recogidos	5	7	5	5	X	X	X					X
14	Priorización del control de rendimiento lechero sobre caracteres de conformación de ubre	7	6	4	8				X		X	X	
15	Normas de exclusión de lactaciones en ganaderías con amamantamiento prolongado.	2	7	5	1		X			X		X	X
<b>OPORTUNIDADES PARA EL CONTROL DE RENDIMIENTO EN OVINO DEL LECHE</b>		Valorar de 0 a 10 la importancia de cada aspecto				Señala la oportunidad MAS importante				Señala la oportunidad MENOS importante			
1	Existencia de un marco regulatorio nacional que afianza el sistema de control del rendimiento lechero.	9	8	8	7								
2	Existencia de nuevas tecnologías que permiten una mejor utilización de los datos del control del rendimiento lechero	8	9	10	9	X	X	X	X				
3	Nuevo marco normativo zootécnico que permitirá redefinir los derechos y obligaciones de los ganaderos en relación a la participación en el control de rendimientos	8	7	7	7					X	X	X	X
<b>AMENAZAS AL CONTROL DE RENDIMIENTO EN OVINO DEL LECHE</b>		Valorar de 0 a 10 la importancia de cada aspecto				Señala la amenaza MAS importante				Señala la amenaza MENOS importante			
1	Reducción y retraso de las subvenciones y otras colaboraciones (análisis de muestras gratuito y/o a coste mínimo, etc) incluso la posible desaparición de este régimen de ayudas.	8	7	10	9						X		
2	Etapas de precios bajos de la leche, o altos de otros insumos productivos (alimentación animal), en las que el ganadero abandona el control lechero para ahorrar costes	9	7	10	10	X	X	X	X				
3	Falta de financiación de las lactaciones del Auxiliar A que dificultan la entrada de nuevos ganaderos	6	7	7	6					X		X	X





En la tabla 6 se presentan las estrategias identificadas a partir de los resultados del análisis DAFO para el conjunto de las razas ovinas.

Como **estrategia ofensiva (POTENCIALIDAD)** se ha identificado la utilización de nuevos fenotipos que exploten al máximo la información obtenida, directa e indirectamente, por el control lechero y la mayor precisión y rigor de la recogida de la información de las explotaciones por parte de ganaderos y técnicos. Con estas estrategias se persigue extraer el mayor rendimiento posible a un control lechero de alta calidad como es el actualmente existente y a la excelente actitud, formación y profesionalización de los ganaderos y técnicos del sector de ovino de leche.

**Tabla 5.-** Matriz DAFO para cada una de las razas ovinas lecheras encuestadas. Al lado de cada uno de los ítems, Debilidades, Fortalezas, Oportunidades y Amenazas se indica la elegida en cada caso

Assaf	Oportunidades O1 2	Amenazas A1 2	Churra	Oportunidades O1 2	Amenazas A1 2		
Debilidades	D1 4	64	72	Debilidades	D1 2	72	56
	D2 5	48	54		D2 3	81	63
	D3 8	64	72		D3 11	72	56
	D4 10	40	45		D4 13	63	49
	D5 13	40	45		D5 15	63	49
Fortalezas	F1 1	72	81	Fortalezas	F1 1	72	56
	F2 5	64	72		F2 2	72	56
	F3 6	56	63		F3 3	72	56
Latxa	Oportunidades O1 2	Amenazas A1 2	Manchega	Oportunidades O1 2	Amenazas A1 2		
Debilidades	D1 1	90	90	Debilidades	D1 1	81	90
	D2 3	100	100		D2 4	81	90
	D3 11	70	70		D3 10	72	80
	D4 12	60	60		D4 12	72	80
	D5 13	50	50		D5 14	72	80
Fortalezas	F1 1	100	100	Fortalezas	F1 7	81	90
	F2 2	90	90		F2 8	81	90
	F3 8	100	100		F3 9	81	90

Como **estrategia defensiva (RIESGO)** que persigue servirse de las fortalezas identificadas en el sistema para afrontar las amenazas, la implementación de innovaciones en todos aquellos aspectos que influyen en la eficiencia de los sistemas ovinos de producción de leche, puede contribuir al incremento de la rentabilidad económica del sector, permitiendo que éste afronte la inestabilidad y volatilidad de los precios de mercado. Si se mejoran aspectos genéticos, de alimentación y reproductivos de los animales se pueden disminuir los costes de producción, lo que permitiría que el sistema pueda absorber mejor las fluctuaciones en los precios de la leche e insumos.

Las **estrategias de supervivencia (LIMITACIONES)** buscan minimizar tanto las debilidades como las amenazas del sistema. Para ello se proponen estrategias de cooperativismo



que permitan negociar mejor los precios de venta de la leche y de compra de los insumos y rediseñar los sistemas de manejo y la dimensión de las explotaciones con el fin de incrementar el rendimiento económico de las mismas.

Por último, el diseño de **estrategias adaptativas** (DESAFIOS) tienen como fin afrontar las debilidades del sistema haciendo uso de las oportunidades del mismo. Así se propone como estrategia la adaptación de los sistemas de ordeño a la especie ovina haciendo uso de nuevas tecnologías y un mayor conocimiento del sector productivo de pequeños rumiantes y la homogenización del control lechero a nivel nacional, tanto en costes como en metodología de recogida de la información, lo que podría contribuir a la reducción de su coste.

**Tabla 6.-** Estrategias identificadas a partir de los resultados del Análisis DAFO del control lechero en las razas ovinas

<b>Estrategias Ofensivas POTENCIALIDADES Fortalezas x Amenazas</b>	<b>Estrategias Defensivas RIESGOS Fortalezas x Amenazas</b>
Definición de nuevos fenotipos para optimizar la información proporcionada por el control lechero	Implementación de innovaciones en mejora genética, alimentación y reproducción
Mayor concreción, rigor y precisión de la recogida de datos en las explotaciones por parte de ganaderos y técnicos	
<b>Estrategias de Supervivencia LIMITACIONES Debilidades x Amenazas</b>	<b>Estrategias Adaptativas DESAFIOS Bebilidades x Oportunidades</b>
Fomento del cooperativismo para ejercer mayor influencia sobre el precio de la leche e insumos	Adaptación de los sistemas de ordeño a la especie ovina
Rediseñar los sistemas de manejo y la dimensión de las explotaciones	Homogenización del control lechero a nivel nacional



### *Conclusiones*

- La **Estrategia ofensiva** más clara que surge como **potencialidad** del sistema sería el aprovechamiento de nuevas tecnologías que permitan explotar al máximo los datos directamente producidos por el control lechero y de aquellos indirectamente generados por la aplicación del mismo.
- La innovación en todos los campos de la producción animal se identifica como la mejor **Estrategia Defensiva**.
- Como **Estrategia de Supervivencia** frente a fluctuaciones del mercado, se identificó el fomento del cooperativismo y el rediseño de los sistemas de manejo y dimensión de las explotaciones.
- La incorporación de nuevas tecnologías a los sistemas de ordeño ovinos y la regulación del control lechero a nivel nacional se constituyen como **Estrategias Adaptativas**.



## **4.- Encuesta al ganadero sobre su percepción de la selección genómica**

### ***Objetivo***

La encuesta sobre la percepción que el ganadero de ovino de leche tiene sobre la selección genómica, tuvo como fin recabar información acerca de cómo los ganaderos entienden la incorporación a sus programas de mejora genética de la información genómica de sus animales, que es posible conseguir a partir del genotipado de los mismos con plataformas de marcadores moleculares distribuidos por todo el genoma. En este contexto, el ganadero de ovino de leche no parte de cero, ya que a lo largo de bastantes años está utilizando la información de las pruebas de ADN para la verificación de las paternidades. Por tanto, esta encuesta persigue detectar la capacidad de innovación e incorporación de avances científicos y tecnológicos por parte del sector ovino lechero y sus expectativas respecto al funcionamiento y ventajas de los mismos.

### ***Metodología***

La encuesta realizada a los ganaderos del sector ovino de leche se recoge en el Anexo 3 de este informe. El análisis de la encuesta ha sido realizado por Daniel Martín Collado, Guillermo Benito Ruiz y Daniel Ondé Pérez. La metodología de análisis de las encuestas se recoge en el Anexo 4.

La encuesta se estructura en cuatro secciones. En una primera sección se proponen al ganadero una serie de afirmaciones acerca de la selección de sementales y ovejas madres en la que debe indicar su grado de acuerdo o de desacuerdo. La segunda sección contiene una serie de preguntas cortas sobre el manejo reproductivo y el uso de tecnologías en la ganadería. La tercera sección consiste en siete preguntas rápidas sobre el perfil de la ganadería y las características del sistema de producción. Y finalmente, la sección 4 son cuatro preguntas breves sobre la formación del ganadero y su grado de dedicación a la actividad ganadera.

### ***Resultados***

- 4.1. Población analizada
- 4.2. Actitud de los ganaderos hacia las herramientas de selección genética
  - 4.2.1. Actitud respecto aspectos concretos
  - 4.2.2. Paradigmas actitudinales
- 4.3. Criterios de selección de reproductores
- 4.4. Relación entre la actitud de los ganaderos y factores técnicos y socio-económicos



#### ***4.1. Población analizada***

Se realizaron un total de 116 encuestas a ganaderos de 4 razas de ovino de leche: Assaf, Churra, Latxa y Manchega (Tabla 7). La base de datos inicial se depuró de acuerdo a dos criterios. Por un lado, se eliminaron aquellas encuestas con más de 3 valores perdidos en las preguntas correspondientes a los enunciados de actitud. Por otro lado, se consideró que aquellas razas con menos de 20 ganaderos encuestados no son una muestra suficientemente representativa de la población de ganaderos de la raza (Churra) por lo que no se incluyeron en el análisis de resultados. Finalmente se analizaron 103 encuestas correspondientes a las razas Assaf (29), Latxa (33) y Manchega (41). Téngase en cuenta que la calidad del muestreo en términos metodológicos no se puede asegurar, por lo que pueden existir ciertos sesgos en la selección de los ganaderos encuestados que limiten la representatividad de los resultados.

**Tabla 7.-** Encuestas totales realizadas a ganaderos de ovino de leche y número de encuestas incluidas en el análisis en cada una de las razas

<b>Razas</b>	<b>Inicial</b>	<b>Definitivas*</b>	<b>Internet</b>	<b>Papel</b>
Assaf	32	29	19	10
Churra**	11	11	11	
Latxa	36	33	33	
Manchega	41	41	34	7
Otros**	2	2	2	
<b>Total</b>	<b>122</b>	<b>116</b>	<b>99</b>	<b>17</b>

\*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

#### ***4.2. Actitud de los ganaderos hacia las herramientas de selección genética***

##### ***4.2.1. Actitud respecto aspectos concretos***

Se incluyen a continuación los resultados de las preguntas relativas a la actitud de los ganaderos respecto a los distintos aspectos actitudinales explorados en la encuesta. Las figuras 1a y 1b conciernen a la actitud de los ganaderos respecto a la mejora tradicional (basada en la selección por caracteres fenotípicos), las figuras 2a a 2f a la mejora genética y genómica y, por último, las figuras 3 y 4 a la actitud de los ganaderos respecto a la conservación de los estándares raciales y el cruzamiento.

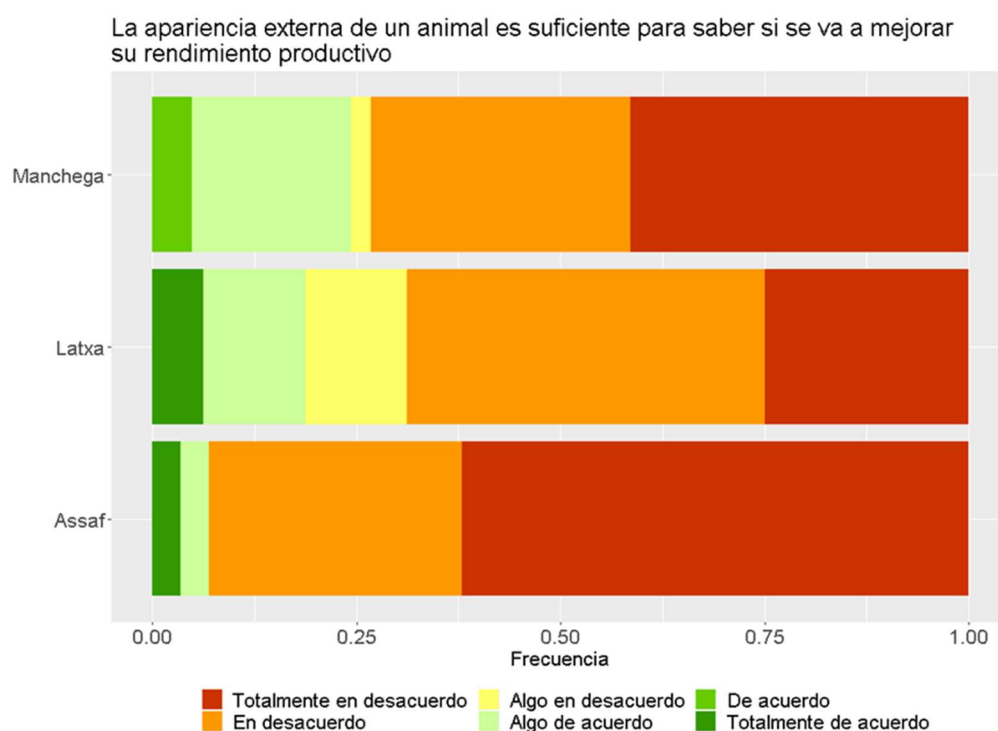


La actitud de los ganaderos respecto a las bases de la mejora tradicional es en general negativa. La mayoría de los ganaderos, independientemente de la raza, mostraron desacuerdo, en mayor o menor grado, con los enunciados que consideran la apariencia externa como indicador único del rendimiento de los animales (Figuras 1a y 1b). Esta actitud es especialmente clara en el caso de la raza Assaf.

En cambio, en general, la actitud de los ganaderos es positiva respecto a los enunciados relativos a la mejora genética y especialmente la genómica (Figuras 2a a 2f). En el único ámbito en que hay distintas posiciones actitudinales entre los ganaderos es sobre si la selección genómica será lo único que se use en el futuro; un porcentaje reseñable de ganaderos no está de acuerdo con este enunciado, especialmente en la raza Latxa (Figura 2e).

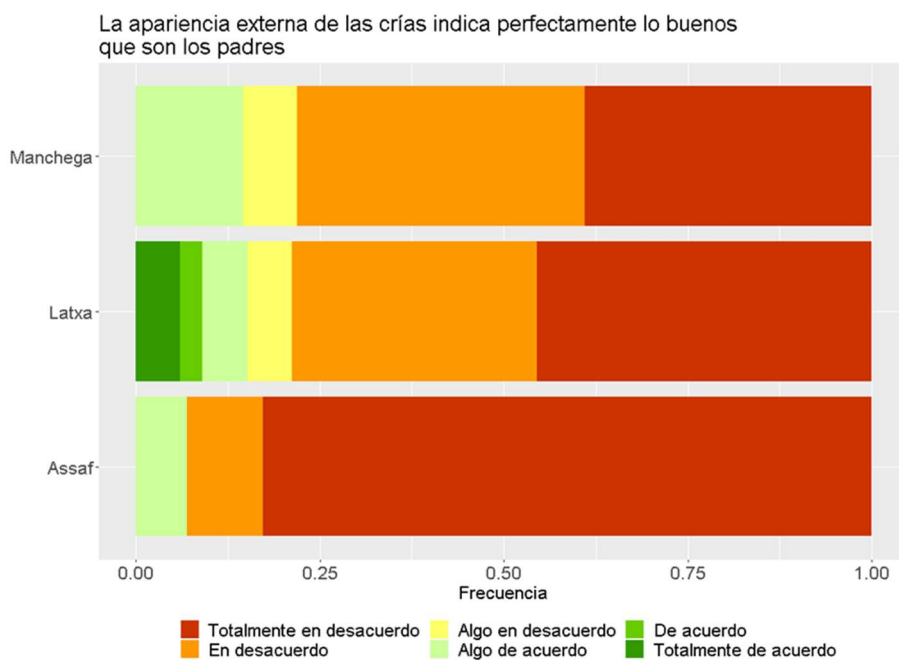
Por último, la mayoría de los ganaderos de todas las razas consideraron que es muy importante mantener las características raciales de los animales y que el cruzamiento debe evitarse como método a usar para aumentar la rentabilidad de los animales (Figuras 3 y 4).

**Figura 1a.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora tradicional





**Figura 1b.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora tradicional



**Figura 2a.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genéticas

**Figura 2b.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genéticas

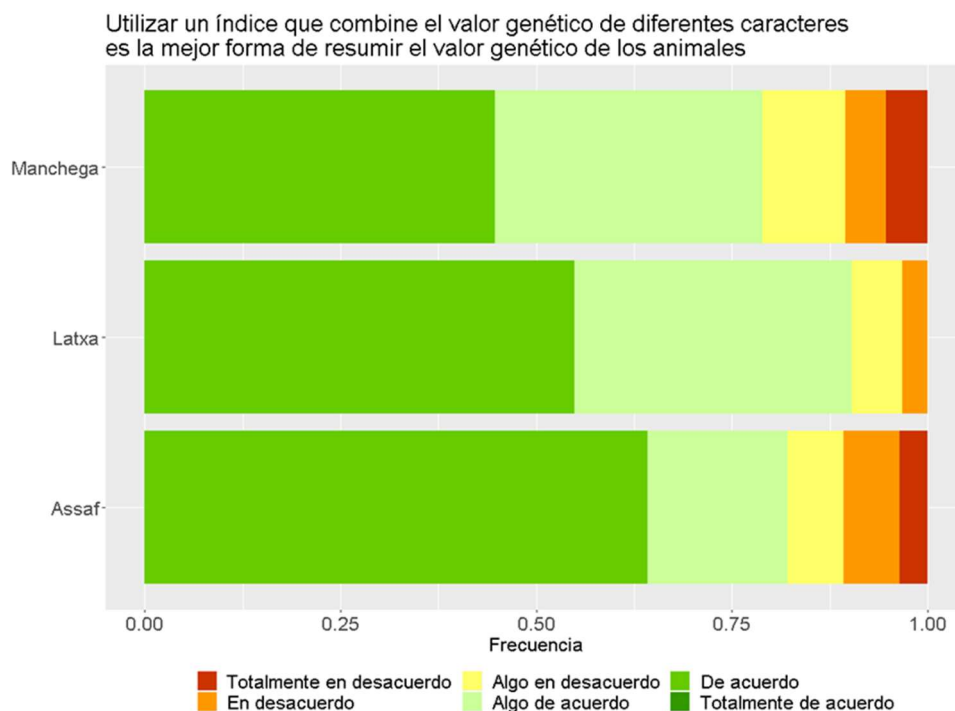
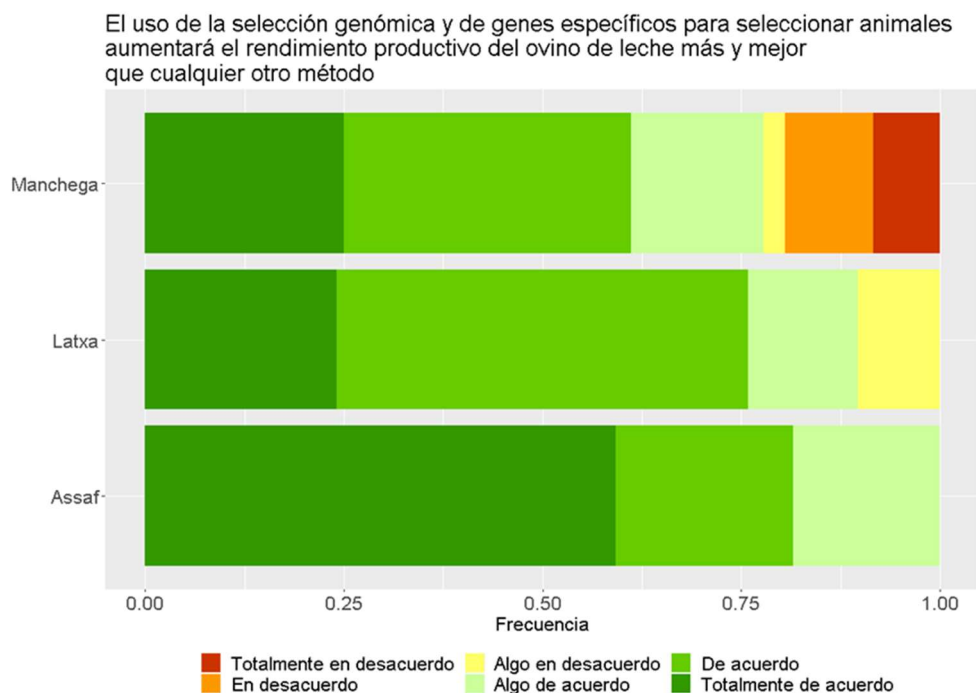


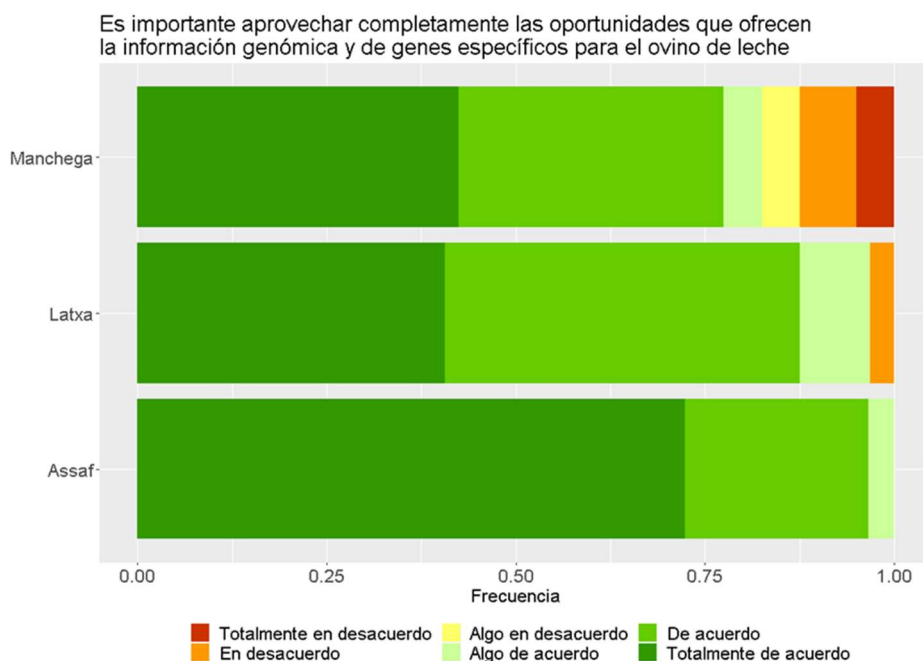
Figura 2c.- Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos







**Figura 2d.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos



**Figura 2e.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos

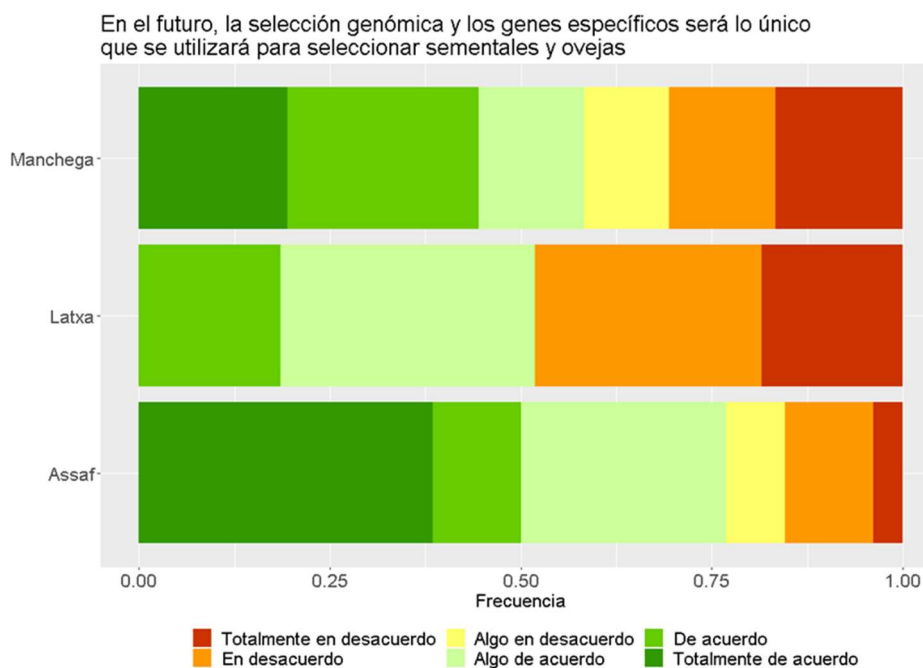




Figura 2f.- Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto a diversos aspectos de la mejora genética basada en evaluaciones genómicas y de genes específicos

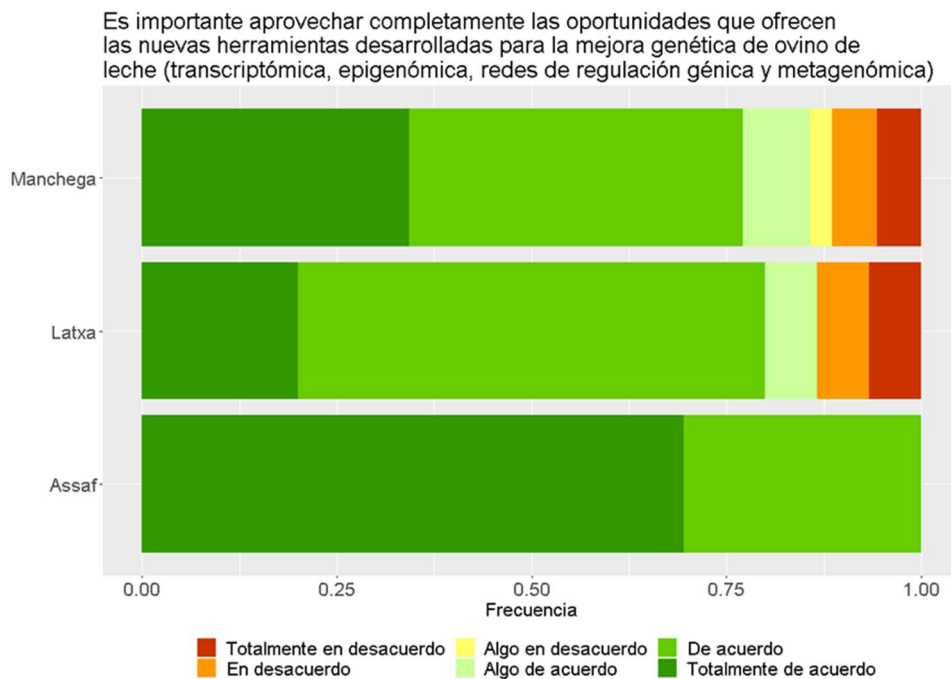
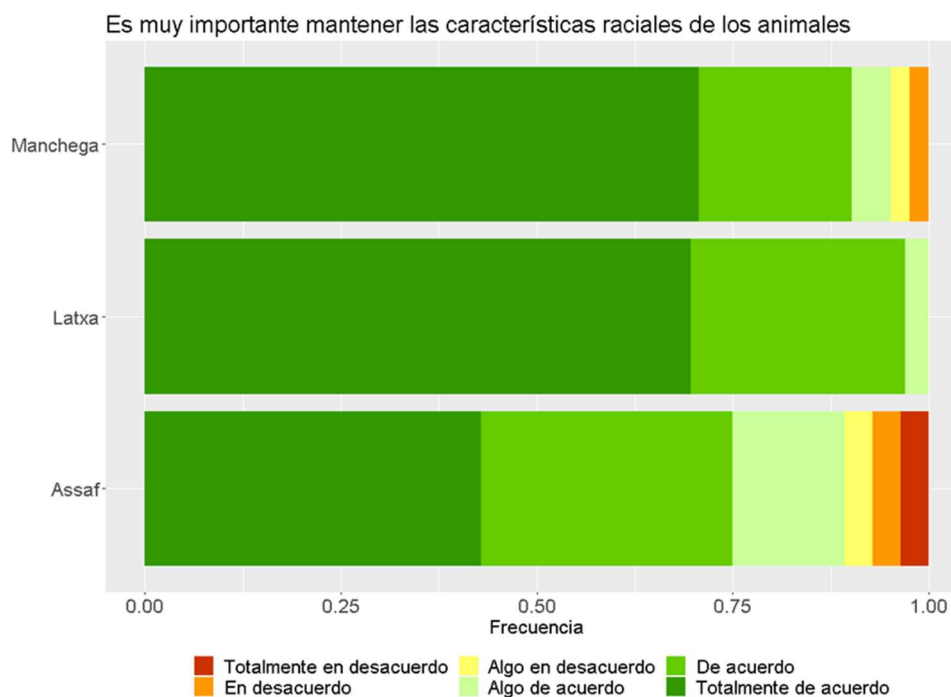
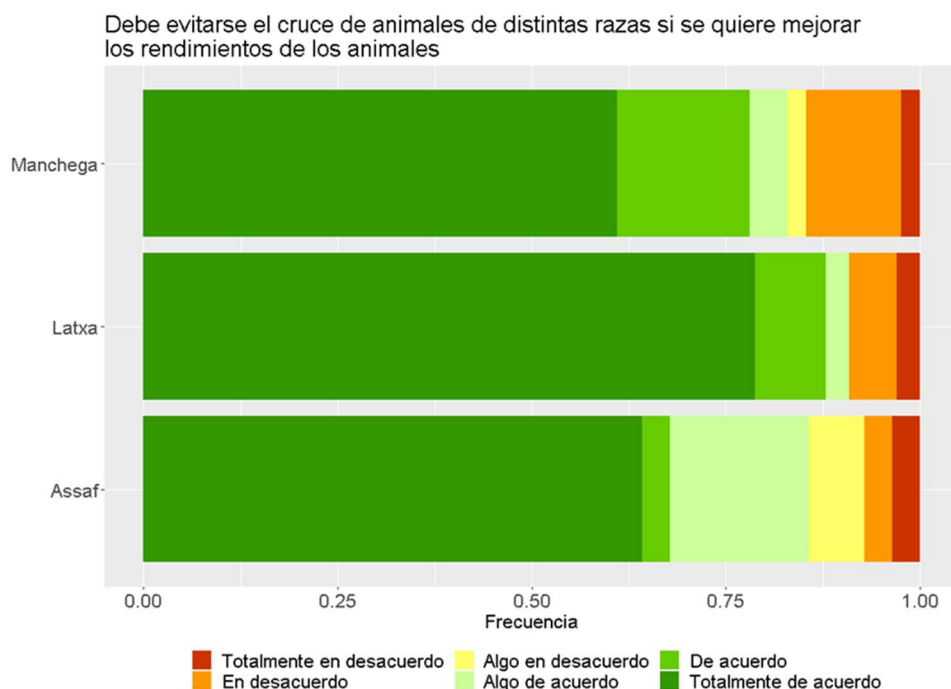


Figura 3.- Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto al mantenimiento de los estándares raciales como estrategia de mejora



**Figura 4.-** Posición actitudinal de los ganaderos de ovino de leche respecto al cruzamiento como estrategia de mejora



#### 4.2.2. Paradigmas actitudinales

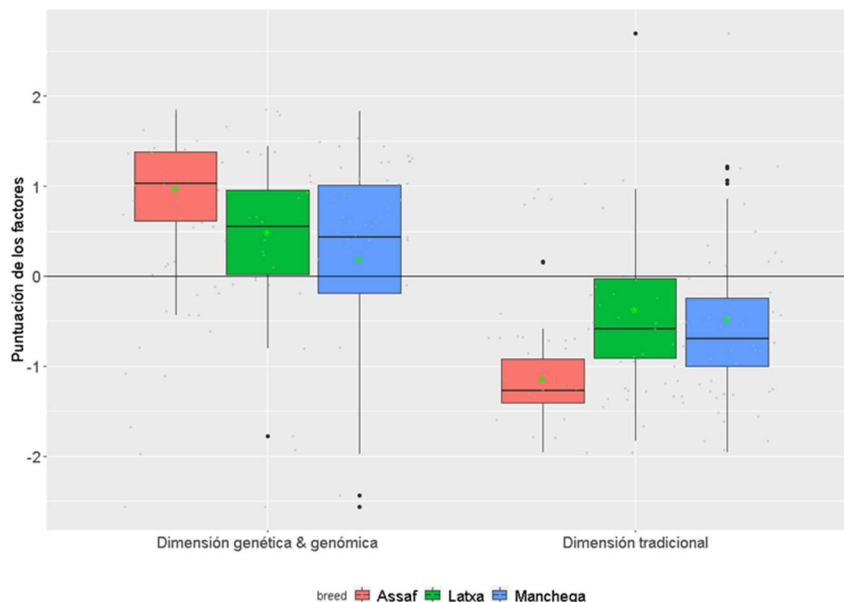
Las figuras 5, 6, y 7 muestran la relación entre los diferentes paradigmas actitudinales (dimensiones factoriales de la escala actitudinal; ver Metodología Anexo 4) en la población de ganaderos estudiada en las diferentes razas. La figura 5 representa la distribución para cada raza de las puntuaciones 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 genética-genómica).

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 1a y 1b) y el paradigma genético - genómico (Figuras 2a-2f).

Se observa que, aunque existen diferencias entre razas y heterogeneidad de posiciones entre los ganaderos de una misma raza, en general los ganaderos muestran una actitud positiva respecto al paradigma genético-genómico y negativa respecto al paradigma tradicional (Figuras 5 y 6). La actitud negativa respecto al paradigma tradicional es especialmente relevante en el caso de la raza Assaf.

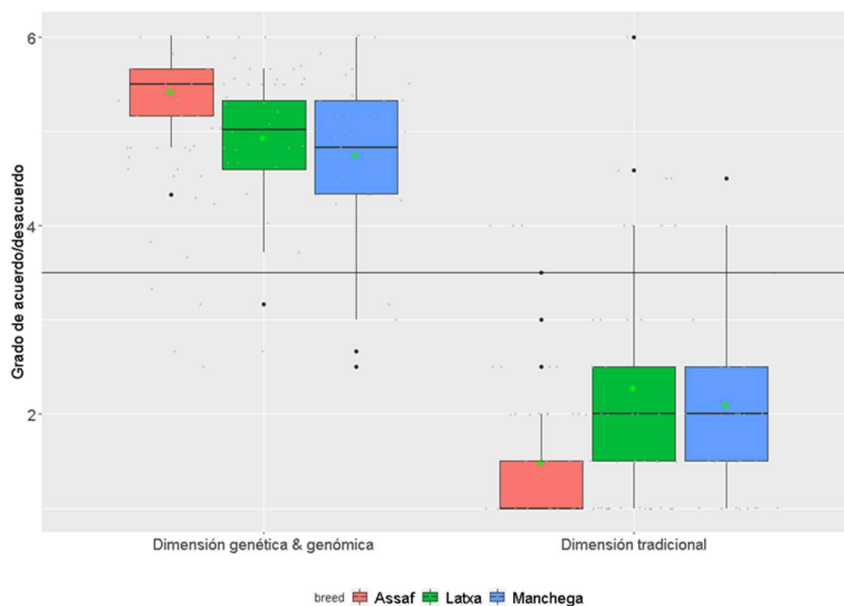


**Figura 5.-** Puntuación de los factores del paradigma genético-genómico y del paradigma tradicional de las actitudes de los ganaderos respecto a las herramientas de selección



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.

**Figura 6.-** Grado de acuerdo con los enunciados que componen el paradigma genético-genómico y el paradigma tradicional de las actitudes de los ganaderos

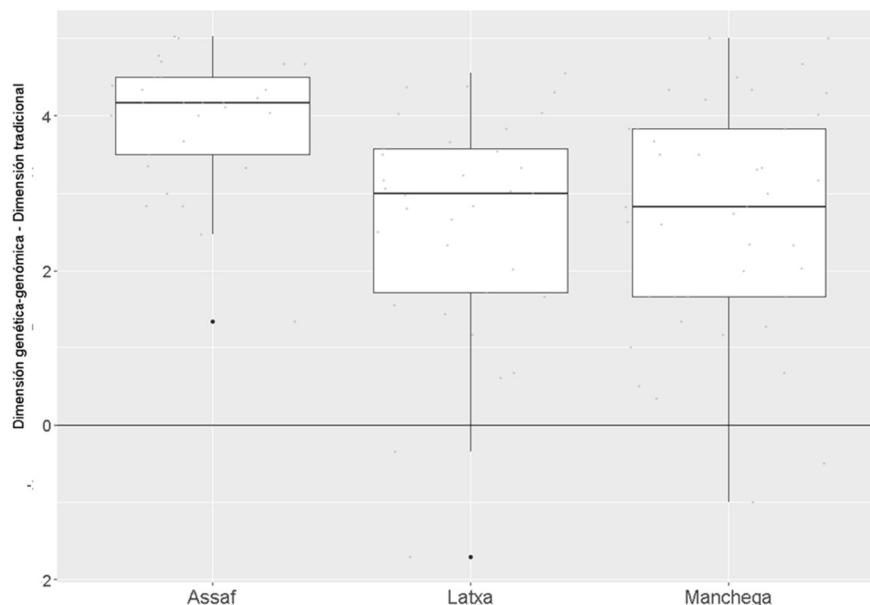


El límite inferior de la caja señala el cuartil Q1 y el superior el Q2. La línea dentro de las cajas señala la mediana y los asteriscos señalan las medias. Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-De acuerdo, 5-De acuerdo y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



Para estudiar cómo se relacionan las dos dimensiones actitudinales en los ganaderos de cada raza se calculó un índice (puntuación del factor dimensión genética-genómica – puntuación de factor dimensión tradicional), que representa la actitud relativa de los ganaderos respecto a ambas dimensiones (Figura 7). Valores positivos del índice representan una actitud más positiva hacia el paradigma genético-genómico que hacia la 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. Observamos que, salvo excepciones puntuales, **los ganaderos tienen una clara posición de apoyo al paradigma genético-genómico sobre el tradicional.**

**Figura 7.-** Actitud relativa de los ganaderos respecto al el paradigma genético-genómico y al 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.

#### 4.3. *Criterios de selección de reproductores*

El análisis de la importancia de los criterios de selección mostró con total claridad que los valores genéticos y los datos de rendimiento son los criterios de mayor importancia para los ganaderos de las tres razas. En las razas Assaf y Latxa el resto de criterios (ver tabla 8) aparecen en segundo lugar y no se pudo discernir claramente entre ellos. En la raza Manchega, el estándar racial y la apariencia externa aparecen en segundo lugar de importancia y el prestigio y la recomendación del criador y el precio en último lugar. La tabla 8 muestra las diferencias



estadísticas entre razas para cada criterio, mientras que las tablas 9a y 9b muestran las diferencias estadísticas entre criterios para cada raza por separado.

En la tabla 10 y figuras 8 y 9 analizamos 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 de la mejora genética. Así este análisis refleja a grandes rasgos la relación entre la actitud de los ganaderos y sus acciones.

**Tabla 8.** Importancia\* que los ganaderos dan a distintos criterios de selección; diferencias estadísticas entre criterios para cada raza

Criterio		Assaf	Latxa	Manchega
Apariencia externa	Media	4.4	7.0	7.2
	$\rho$	2.7b	2.5b	1.7bc
Estándar racial	Media	5.0	7.8	8.0
	$\rho$	2.8b	1.9b	1.8ab
Características de rendimiento	Media	9.3	9.7	9.1
	$\rho$	1.2a	0.6a	1.1a
Valores genéticos	Media	9.8	9.7	9.2
	$\rho$	0.7a	0.5a	1.9a
Precio	Media	3.6	5.5	6.2
	$\rho$	2.4b	2.9b	2.5cd
Prestigio del criador	Media	4.1	5.2	5.3
	$\rho$	1.9b	3.2b	2.5d
Recomendación del criador	Media	4.2	5.6	6.6
	$\rho$	2.8b	3.5b	2.4cd

\*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 9a.-** 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	$\rho$	Media	$\rho$	Media	$\rho$	Media	$\rho$
Assaf	4.4	2.7a	5.0	2.8a	9.3	1.2ab	9.8	0.7
Latxa	7.0	2.5b	7.8	1.9b	9.7	0.6a	9.7	0.5
Manchega	7.2	1.7b	8.0	1.8b	9.1	1.1b	9.2	1.9

\*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 9b.-** Importancia\* que los ganaderos dan a distintos criterios de selección; diferencias estadísticas entre razas

Raza	Precio		Recomendación del criador		Prestigio del criador	
	Media	$\rho$	Media	$\rho$	Media	$\rho$
Assaf	3.6	2.4a	4.1	1.9	4.2	2.8a
Latxa	5.5	2.9ab	5.2	3.2	5.6	3.5ab
Manchega	6.2	2.5b	5.3	2.5	6.6	2.4b

\*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 los resultados son como cabría esperar (Tabla 10); 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 cuanto más positiva es su actitud hacia el paradigma genético-genómico mayor importancia tienden a dar a los valores genéticos como criterio de selección. A pesar de esta tendencia general, existe bastante variabilidad entre los ganaderos como reflejan los valores de correlación (Figuras 8 y 9).

Por otro lado, se observa que la actitud hacia el paradigma tradicional está correlacionada positivamente con el estándar racial, y 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 10.-** Matriz de correlaciones de Pearson entre actitud de los ganaderos antes los paradigmas de la mejora genética y la importancia que le dan a distintos criterios de selección

Criterios de selección	Paradigmas actitudinales	
	Genética & genómica	Tradicional
Apariencia externa	-0.09	0.34
Estándar racial	-0.06	0.28
Características de rendimiento	0.17	0.01
Precio	0.04	0.21
Valores genéticos	0.22	-0.11
Prestigio del criador	-0.01	0.35
Recomendación del criador	-0.08	0.38

En las figuras 8 y 9 se analiza en mayor 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 criterios de selección, respectivamente. Se observan varias tendencias que reflejan porqué los valores de correlación son medio-bajos.

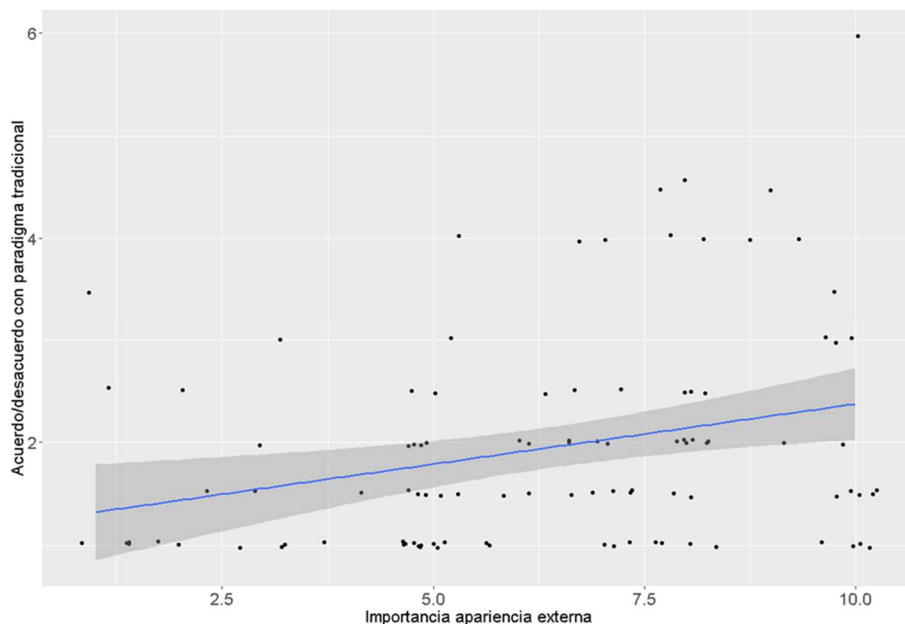
Por un lado, aunque la actitud que la gran mayoría de los ganaderos mostró ante el paradigma tradicional fue negativa, la apariencia externa es un criterio de selección de importancia para una parte importante de los ganaderos (Figura 8). Esta discrepancia puede reflejar que **incluso los ganaderos que 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 y/o que exista un sesgo de deseabilidad social en la respuesta a las preguntas actitudinales.**

Por otro lado, la gran mayoría de los ganaderos dio una importancia alta hacia los valores genéticos como criterios de selección, y manifestó siempre una actitud positiva, aunque variable en grado, ante el paradigma genético-genómico (Figura 9).



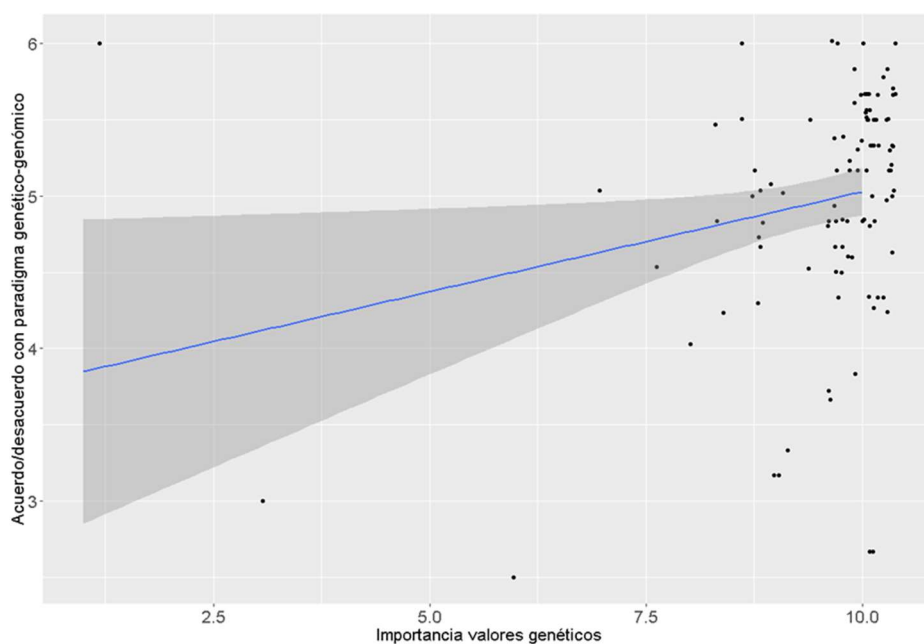


**Figura 8.-** Relación entre la actitud relativa de los ganaderos respecto al paradigma tradicional y la importancia que dan a la apariencia externa como criterio de selección



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



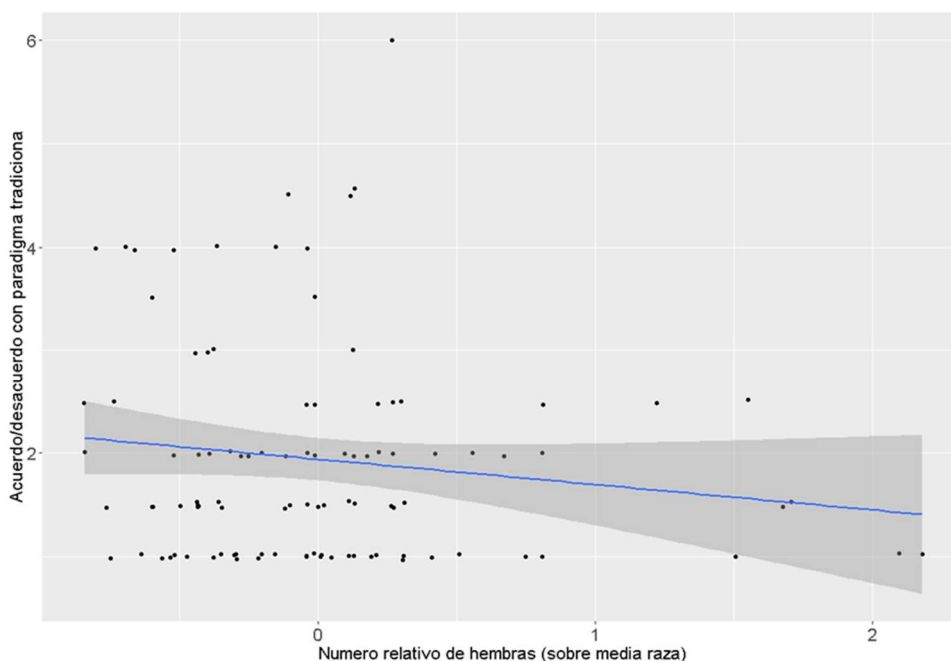


Se ha añadido a la localización de cada punto una pequeña cantidad de variación aleatoria para manejar la superposición de puntos causada por el uso de escalas discretas. Valores del eje Y representan una escala Likert: 1-Totalmente en desacuerdo, 2-En desacuerdo, 3-Algo en desacuerdo, 4-Algo de acuerdo,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

#### 4.4. *Relación entre la actitud de los ganaderos y factores técnicos y socio-económicos*

Se analizó la relación entre los factores técnicos y socio-económicos incluidos en las encuestas (Anexo 5) y la actitud de los ganaderos en cuanto a los paradigmas tradicional y genético-genómico. No se encontró ninguna relación entre el perfil y la actitud de los ganaderos. El único factor técnico asociado al perfil de las explotaciones que estuvo relacionado con la actitud de los ganaderos fue el tamaño de la explotación, medido como el número relativo de hembras sobre la media de la raza (Figura 10). **Cuanto mayor fue el tamaño de la explotación menos de acuerdo tendieron a estar los ganaderos con el paradigma tradicional**, probablemente debido a que este tipo de explotaciones están más tecnificadas y profesionalizadas y necesitan la incorporación de innovaciones que les permitan ser más eficientes y rentables.

**Figura 10.-** Relación entre el tamaño de la explotación relativo a la media de la raza y la actitud hacia el paradigma tradicional



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.

En el Anexo 5 se recoge el perfil técnico y socio-económico de las explotaciones.



### *Conclusiones*

- La actitud de los ganaderos respecto a las bases de la mejora basada en la selección por caracteres fenotípicos es en general negativa.
- Salvo excepciones, los ganaderos tienen una clara posición de apoyo al paradigma genético-genómico sobre el tradicional.
- La mayoría de los ganaderos considera que los valores genéticos y genómicos son útiles para aumentar el rendimiento de los animales.
- Los ganaderos no consideran que la genómica será el único método que se utilizará en el futuro.
- Los valores genéticos y los datos de rendimiento son los criterios de mayor importancia para los ganaderos de las tres razas a la hora de seleccionar los animales de reposición.
- Aunque la actitud que la gran mayoría de los ganaderos mostró ante el paradigma tradicional fue negativa, la apariencia externa es un criterio de selección de importancia para una gran parte de los ganaderos.
- Los ganaderos de explotaciones de mayor tamaño estuvieron menos de acuerdo con el paradigma tradicional, probablemente por estar tecnológicamente más avanzadas y profesionalizadas.



## 5.- Cuestionario para la obtención de la certificación ICAR

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, la homologación de los paneles de marcadores moleculares para el control de paternidades, los procedimientos de evaluación genética y por último 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 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, siendo una herramienta de gran utilidad a la hora de conocer, mediante un autocontrol, el estado en el que se encuentran nuestras asociaciones.

El Comité Internacional para el Control de Rendimientos en Animales (ICAR) es una organización internacional no gubernamental creada el 9 de marzo de 1951 en Roma. Actualmente está compuesto por 115 miembros de 57 países. ICAR es el proveedor global de Guías, Estándar y Certificaciones para la identificación, el control de rendimientos y la evaluación de los animales.

ICAR proporciona una red abierta y segura para compartir, aprender e interactuar con sus miembros y el sector de la producción animal. Mediante la cooperación, intercambio y capacitación, ICAR pretende estimular una producción animal mundial más sostenible y eficiente. El objetivo de ICAR es promover el desarrollo y mejora de la identificación animal, el control de rendimientos y la evaluación de la producción animal. Este objetivo se consigue a través del establecimiento de definiciones y guías para medir las características animales de importancia económica, mediante las siguientes acciones:



1-. Estableciendo reglas y estándares específicos para el propósito de:

- Identificar a los animales, registrar su parentesco, controlar su rendimiento, realizar su evaluación genética y publicar los resultados.
- Identificar las características de los sistemas de producción y su incidencia en la salud animal, cuidado, producción, seguridad alimentaria y el medio ambiente.

2-. Promoviendo la discusión y colaboración en todas las actividades que tienen que ver con el control de rendimientos de los animales y sus evaluaciones, y recogiendo y evaluando las características de los sistemas productivos dentro y entre organizaciones internacionales, autoridades públicas e industria.

3-. Alentando el uso de los rendimientos de los animales con el propósito de determinar el valor de los mismos y de los sistemas de manejo de las explotaciones, ya que ambos aspectos influyen en la eficiencia de la producción animal.

4-. Proporcionando una plataforma para la cooperación y colaboración en todas las actividades relacionadas con el control de rendimientos y evaluación de los animales entre organizaciones internacionales, autoridades públicas y el sector productivo.

5-. Promoviendo el uso del control de rendimientos para determinar el valor de la rentabilidad de la producción animal.

6-. Facilitando la interpretación de los hallazgos a nivel práctico mediante la publicación de informes que muestren los resultados obtenidos de la aplicación del control de rendimientos y los métodos de evaluación.

De acuerdo con los estándares de ICAR, este comité certifica identificadores auriculares, medidores de leche, y laboratorios genéticos. ICAR también proporciona a sus miembros Certificados de Calidad para campos de acción específicos y especies.

### ***Objetivo***

El objetivo de esta actividad es que las entidades se apliquen un autocontrol en base al cuestionario de auditoría del ICAR, evaluando los protocolos que regulan el funcionamiento de las actividades ligadas a la mejora genética de las razas involucradas. Dentro de las siguientes actividades de la Encomienda, en base a los resultados obtenidos por las asociaciones en esta primera fase, las asociaciones tendrán la oportunidad de subsanar las deficiencias detectadas, y podrán ser sometidas a una auditoría del “Service-ICAR” para que este organismo acredite los procesos llevados a cabo por las mismas.



### ***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 soporte electrónico (Anexo 10). 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 ovino de leche. 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. Además, se delimitaron los apartados a responder por las asociaciones de ovino.

Tras este trabajo, en esta primera fase, que se desarrolló durante el mes de octubre y noviembre de 2018, las asociaciones de ganaderos de cada una de las razas participantes cumplieron los 9 apartados del cuestionario ICAR con el fin de detectar las posibles deficiencias existentes en sus programas de mejora, en aspectos de identificación de los animales, control de rendimientos, libro genealógico, evaluación genética, etc., para poder subsanarlas previamente a la inspección que los técnicos de ICAR llevarán a cabo en la siguiente actividad.

El cuestionario ICAR que cumplimentó cada asociación de ganaderos consiste en 9 archivos de Excel que contienen cuestiones de los siguientes apartados:



- Apartado 1. Aspectos Generales (19 cuestiones)
- Apartado 2. Identificación (18 cuestiones)
- Apartado 3. Registros en Libro Genealógico (13 cuestiones)
- Apartado 4. Producción de leche (8 cuestiones)
- Apartado 5. Controles de producción-Conformación. Transporte de muestras (33 cuestiones)
- Apartado 7. Otros fenotipos (18 cuestiones)
- Apartado 8. Calificación lineal (13 cuestiones)
- Apartado 9. Evaluación genética (35 cuestiones)
- Apartado 10. Procesado de datos (32 cuestiones)

Los 9 archivos correspondientes a cada uno de los apartados del cuestionario ICAR y las respuestas de los mismos cumplimentadas por cada asociación, se almacenarán en soporte informático (Anexo 10).

Tras este autocontrol, se volverá a solicitar a las asociaciones que respondan nuevamente el cuestionario, una vez que hayan establecido acciones correctoras que consideren oportuno, en la segunda fase de la Encomienda. En ese momento se buscará hacer una comparativa entre las respuestas dadas por las asociaciones en noviembre de 2018 y las respuestas que darán las mismas asociaciones sobre el mismo cuestionario. Será entonces cuando toda la información traducida al 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.



## 6.- Fenotipos: situación actual y nuevas propuestas

### *Objetivo*

En esta sección de los trabajos de la Encomienda, se pretende, por un lado, determinar los fenotipos que actualmente son recogidos de modo sistemático por las distintas razas lecheras involucradas, pero que no en todos los casos son utilizados como criterios de selección y por tanto no están sujetos a valoración genética, y por otro, que las asociaciones de cada raza y sus genetistas identifiquen nuevos fenotipos de interés que pudieran ser implementados en un futuro en los programas de mejora genética. Para la propuesta de nuevos fenotipos se seleccionaron dos personas del Grupo de Trabajo, Lourdes Mintegui y Manuel Ramón, como representantes de asociaciones de ganaderos y genetistas, respectivamente, para recoger los fenotipos existentes y las propuestas de nuevos fenotipos.

### *Resultados*

La tabla 11 muestra la información recabada sobre los fenotipos existentes, de los cuales no todos son explotados en los programas de mejora genética actualmente en curso en estas razas. Las tablas 12.1 y 12.2, muestran las propuestas de nuevos fenotipos y su valoración tanto por el interés propio del carácter como por su posibilidad de implantación.

Entre los fenotipos existentes, los de calidad de leche y recuento celular son recogidos sistemáticamente en las razas lecheras Assaf y Churra y facultativamente en algunos rebaños de las razas Latxa y Manchega. En las razas Assaf y Churra estos caracteres están sujetos a evaluación genética, y en el caso de la raza Assaf son utilizados como criterios de selección incluidos en índices de selección combinados en los que los caracteres son ponderados en función de su importancia y de las correlaciones genéticas entre ellos. Los caracteres de morfología mamaria son recogidos por todas las razas y están sujetos en todos los casos a evaluación genética. En el caso de la raza Assaf, estos caracteres se integran en un índice de selección de morfología de ubre, en el que cada característica recibe un peso en función de su importancia.

De los caracteres de fertilidad (parto si/no), prolificidad, calidad seminal, morfología corporal, longevidad y baja, se tienen registros en todas las razas, pero no constituyen en sí mismos criterios de selección ni están sujetos a evaluación genética. La morfología corporal es una evaluación de aspectos generales relacionados con el estándar racial de cada una de las razas y se utiliza como criterio fenotípico para la selección de animales de reposición y de los sementales que ingresan en los centros de inseminación. Algunos de estos fenotipos que se generan rutinariamente como consecuencia del desarrollo de los programas de selección genética para la producción de leche, por ejemplo, fertilidad, calidad seminal y longevidad, tienen un gran potencial como futuros criterios de selección, para la mejora de la eficiencia reproductiva y la funcionalidad de los animales.





**Tabla 11.- Fenotipos disponibles en las razas ovinas de leche objeto de estudio**

FENOTIPOS EXISTENTES	DESCRIPCION	Assaf	Churra	Latxa	Manchega
Cantidad de leche	descripcion detallada del proceso de recogida	Control Loficial AT4. Alterno mañana tarde cada mes	CLO metodología AT4, alterno de mañana y tarde cada mes	CLO metodo AT4 y AC	CLO metodología AT4
	periodo de colecta	Hasta fin de lactacion o paso a un ordeño/dia	Destete (+20d despues parto) hasta fin de lactación	4 después del parto hasta fin de lactación	desdete hasta fin lactación (<200 ml; ~150 d)
	numero de datos	6 controles/oveja/lactación 904.670 lactaciones (332.647 ovejas)	3-6 controles/oveja/lactación. Aprox 35.000 lactaciones durante 2017. Historico más de un millón de lactaciones	4-6 controles/oveja/lactación	4-6 controles/oveja/lactación. Total >5 millones de registros
Calidad de leche (Grasa y Proteína)	descripcion detallada del proceso de recogida	CLO metodología AT. Botes individuales por oveja y leche de tanque. Envio no refrigerado	CLO metodología AT. (Censyra León), muestra individual por oveja y tanque, envio no refrigerado	CLO metodología AT y AC. Actualmente solamente se están haciendo valoraciones de muestras AC de mañana. Analisis Milkoscan	CLO metodología AT. Analisis Milkoscan (LILCAM)
	periodo de colecta	Hasta fin de lactacion o paso a un ordeño/dia	Destete (+20d despues parto) hasta fin de lactación	4 días después del parto hasta 135 días	Desdete hasta fin lactación (<200 ml; ~150 d)
	numero de datos	6 controles/oveja/lactación 904.670 lactaciones (332.647 ovejas)	variabilidad de muestras durante el control desde un 25% a un 100% de los animales en cada control dependiendo de ganaderías. Aprox 59.000 muestras durante 2017	4-6 controles/oveja/lactación	Voluntaria desde el año 2012. Se hace, aproximadamente, el 10% de las muestras de controles de mañana
Recuento celulas somáticas	descripcion detallada del proceso de recogida	CLO metodología AT. Botes individuales por oveja y leche tanque. Envio no refrigerado	CLO metodología AT. (Censyra León), muestra individual por oveja y tanque, envio no refrigerado	CLO metodología AT y AC. No en todos los rebaños de CLO	CLO metodología AT. Analisis Milkoscan (LILCAM)
	periodo de colecta	Hasta fin de lactacion o paso a un ordeño/dia	destete (+20d despues parto) hasta fin de lactación	4 después del parto hasta fin de lactación	Desdete hasta fin lactación (<200 ml; ~150 d)
	numero de datos		Variabilidad de muestras durante el control desde un 25% a un 100% de los animales en cada control dependiendo de ganaderías. Aprox 59.000 muestras durante 2017	4-6 controles/oveja/lactación	Voluntaria desde el año 2012. Se hace, aproximadamente, el 10% de las muestras de controles de mañana
Fertilidad (parto SI o NO)	descripcion detallada del proceso de recogida	Comunicado por el ganadero a control lechero	Control apareamientos IA. Registro fecha de cubrición y partos, se anota fertilidad de los machos de MN que cubren las vueltas de inseminación	Primero el control de cubriciones de IA y MNC. Después el carnet de parto	Control apareamientos IA y MN. Registro fecha de cubrición y partos
	periodo de colecta	Al parto o primer control posterior	Control de parideras todo el año	Depende del rebaño	Control de parideras
	numero de datos	Año 2017: 82.122	136.000 desde 2002	En torno a 50.000 al año. Desde 1995	160.000 partos/año registrados
Prolificidad ovejas (corderos nacidos)	descripcion detallada del proceso de recogida	Comunicado por el ganadero, Simple, doble triple y sexos	Anotación de numero abortos, corderos nacidos por parto (vivos y muertos), sexo	En el libro de partos se apunta el número de corderos nacidos en cada parto	Anotación del no. corderos nacidos por parto
	periodo de colecta	Al parto	Control de parideras todo el año	Depende del rebaño	Control de parideras
	numero de datos		675.000 partos	En torno a 50.000 al año. Desde 1995	200.000 nacimientos (de los que solo se identifican/registra la reposición)
Calidad seminal machos (volumen, concentración, motilidad masal y motilidad individual)	descripcion detallada del proceso de recogida	Volumen, concentración y motilidad masal cada salto	Evaluación visual y microscópica en el centro de sementales, volumen, concentración y motilidad masal en cada eyaculado	Volumen, concentración y motilidad masal de cada eyaculado	Evaluación visual y microscópica en el centro de sementales
	periodo de colecta	Todo el año	Al procesar las dosis seminales, para cada macho e IA (12 meses)	Junio-Septiembre (machos del centro de ia)	Al procesar las dosis seminales, para cada macho e IA (11 meses)
	numero de datos	Media ultimos años : 30.000	Los que correspondan a casi 98.000 dosis seminales para cervical desde 2002		Los que correspondan a casi 40.000 dosis seminales
Morfología corporal	descripcion detallada del proceso de recogida	Inspeccion veterinaria de aplomos, boca, etc..	Hembras: estandar racial y evaluación visual de 5 parámetros morfologicos (escala lineal) altura, anchura grupa, vista posterior de patas traseras, profundidad talones, conformación general// machos estandar racial		Machos: Calificación lineal. Hembras: solo estandar racial (excepto C. Mamaria)
	periodo de colecta	Todo el año. A la toma de la muestra para prueba paternidad	Recría durante la identificación, sementales a la entrada del centro, hembras durante clo		Al entrar al centro de machos, Subastas, reposición de las ganaderías
	numero de datos	Año 2017: 37.425	1 por animal de recría; 2 por animal en cada lactación (a la vez que calificación ubres), 1 machos entrada centro sementales. Casi 250.00 datos		Pocos datos. No existe evaluación morfológica
Morfología de ubre	descripcion detallada del proceso de recogida	Escala de 1 a 9 para los 5 caracteres (inserción, profundidad, verticalidad y tamaño pezón, conformación general)	Escala de 1 a 9 para los 5 caracteres (inserción, profundidad, verticalidad y tamaño pezón, conformación general)	Escala de 1 a 9 para los 5 caracteres (inserción, profundidad, verticalidad y tamaño pezón, conformación general)	Escala de 1 a 9 para los 5 caracteres (inserción, profundidad, verticalidad y tamaño pezón, conformación general)
	periodo de colecta	Todo el año preferentemente cerca pico lactacion	Dos veces por animal cada lactación (rebaños con alto% hijas de IA)	Desde abril - julio	Dos veces por animal en 1ª y 2ª lactación (1ª-2º control)
	numero de datos	5 por animal: 177.000 hasta la fecha	2 por animal en cada lactación. Casi 250.000 datos	2 por animal	2 por animal
Longevidad (periodo que permanece un animal en rebaño)	descripcion detallada del proceso de recogida	Obtenido del libro genealógico	Fecha de nacimiento y baja (causa), interesa longevidad productiva incluyendo fecha de primer parto y fecha ultimo dato productivo (parto/CLO)	Nacimiento y baja del animal	Registro de las fechas de alta y baja de un animal en un rebaño y su causa
	periodo de colecta	Comunicación por parte ganadero. Todo año	A lo largo de la vida del animal	Una vez en la vida productiva del animal	Una vez en la vida prodctiva del animal
	numero de datos				30.000 bajas/año
Causas de baja (reposición, enfermedades)	descripcion detallada del proceso de recogida	Comunica ganadero: enfermedad, matadero y recientemente por mala calidad ubres	Muerte/venta/desaparecidas	Motivos muy generales pero no se recogen enfermedades...	Descripción general del motivo de baja: producción/VG; enfermedad, etc..
	periodo de colecta	Al momento de baja. Todo el año	Una vez en la vida del animal		Una vez en la vida del animal
	numero de datos				30.000 bajas/año



**Tabla 12.1.- Nuevos fenotipos propuestos**

NUEVOS FENOTIPOS	DESCRIPCION		P1 = valorar interés (0-10)/P2 = valorar posibilidad de implantación (0-10)			
			Assaf	Churra	Latxa	Manchega
Perfil proteico/caseinas	descripcion detallada del proceso de recogida	Análisis cualitativo (Milkoscan)	10/7	7/4	7/5	7/6
	utilidad	Propiedades tecnológicas de la leche				
	coste estimado de colecta por animal	Coste control lechero?				
	problemática	Es necesario disponer de las ecuaciones de calibración en los equipos. Coste añadido				
Perfil ácidos grasos	descripcion detallada del proceso de recogida	Análisis cualitativo (Milkoscan)	8/8	8/3	7/5	7/5
	utilidad	Propiedades tecnológicas de la leche				
	coste estimado de colecta por animal	Coste control lechero?				
	problemática	Es necesario disponer de las ecuaciones de calibración en los equipos. Coste añadido.				
Espectros MIR	descripcion detallada del proceso de recogida	Registro espectro MIR (inespecífico). Proporcionados por el laboratorio (análisis cualitativo de leche)	10/8	8/8	8/5	7/4
	utilidad	Relación con aspectos productivos, estado metabólico y balance energético, patologías, aspectos tecnológicos, etc.				
	coste estimado de colecta por animal	Coste control lechero?				
	problemática	Que el laboratorio ofrezca el servicio. Procesado de gran cantidad de datos				
Velocidad de ordeño	descripcion detallada del proceso de recogida	Registro individual del tiempo de duración del ordeño	7/2	7/4	7/3	6/4
	utilidad	Aptitud al ordeño/resistencia a mamitis				
	coste estimado de colecta por animal	Alto				
	problemática	Dificultad de adaptar medidores de tiempo individuales en la sala de ordeño				
Resistencia a Enfermedades, infecciones parasitarias, mamitis	descripcion detallada del proceso de recogida	Registro de todos los eventos sanitarios ocurridos en la ganadería	9/5	6/3	8/4	7/4
	utilidad	Resistencia a enfermedades				
	coste estimado de colecta por animal	Bajo				
	problemática	Es necesario llevar este registro (escasez de personal) y no puede automatizarse la recogida				
Tratamientos veterinarios/registro fármacos	descripcion detallada del proceso de recogida	Rgistro escrito del uso de antibióticos y otras drogas	6/6	8/7	6/8	7/3
	utilidad	Estado sanitario, resistenci a Antibióticos, ...				
	coste estimado de colecta por animal	Bajo				
	problemática	Registro informatizado de los datos. Bastante heterogeneidad en la colecta				
Actividad fisiológica	descripcion detallada del proceso de recogida	Dispositivos (cámaras vídeo) que registren movimientos animales, cámaras térmicas, etc.	6/2	7/3	5/2	6/3
	utilidad	Relacionado con respuesta animal a agresiones externas, patologías, etc				
	coste estimado de colecta por animal	Alto				
	problemática	Difícil de implementar, coste elevado, necesario prodesar datos				
Temperatura	descripcion detallada del proceso de recogida	Cámaras térmicas o bolos ruminales con sensores	7/5	7/3	5/2	7/3
	utilidad	Detección de alteraciones temperatura corporal. Termotlerancia, bienestar animal				
	coste estimado de colecta por animal	Caro				
	problemática	Caro y difícil de implementar. Dispositivos no accesibles. Es necesario procesar muchos datos				



**Tabla 12.2.- Nuevos fenotipos propuestos**

			P1 = valorar interés (0-10)/P2 = valorar posibilidad de implantación (0-10)			
NUEVOS FENOTIPOS	DESCRIPCION		Assaf	Churra	Latxa	Manchega
Ingesta de alimento	descripcion detallada del proceso de recogida	Ingesta de alimento de cada individuo mediante cámaras, dispensadores electrónicos individuales				
	utilidad	Eficacia alimentaria	9/3	6/3	6/2	7/3
	coste estimado de colecta por animal	Coste elevado				
	problemática	Practicamente imposible de registrar.				
Peso y/o estado corporal	descripcion detallada del proceso de recogida	Bascula y palpación. Evaluación en diferentes etapas según el estado fisiológico y productivo				
	utilidad	Relacionado con la capacidad productiva y reproductiva de los animales	7/5	6/3	5/2	7/3
	coste estimado de colecta por animal	Barato. Coste horario alto				
	problemática	Difícil de implementar en la rutina habitual del rebaño				
Morfología corporal	descripcion detallada del proceso de recogida	Evaluación visual de aplomos, etc				
	utilidad	Ausencia de problemas morfológicos (robusted)	7/6	8/8	8/8	8/6
	coste estimado de colecta por animal	Bajo				
	problemática	Implementar en la rutina habitual de trabajo				
Morfometría por imagen de la conformación de ubre	descripcion detallada del proceso de recogida	Morfología de ubre con imágenes que permiten medidas mas objetivas de la conformación				
	utilidad	Aptitud al ordeño y capacidad lechera	8/4	6/4	5/3	7/4
	coste estimado de colecta por animal	Medio				
	problemática	Complejidad de la toma de datos y del analisis por imagen				
Datos calidad seminal y espermática CASA	descripcion detallada del proceso de recogida	Uso de sistemas CASA en centros de machos				
	utilidad	Parametros más relacionados con fertilidad. Uso en investigación	10/6	8/4	8/5	8/3
	coste estimado de colecta por animal	Equipos CASA y coste personal. Coste horario alto				
	problemática	Coste horario muy elevado				
Patologías reproductivas	descripcion detallada del proceso de recogida	Registro detallado de patologías relacionadas con la reproducción: abortos, nacidos muertos,...				
	utilidad	Evaluación habilidad reproductiva	9/8	8/6	7/7	8/6
	coste estimado de colecta por animal	Bajo				
	problemática	Registro informatizado de los datos. Bastante heterogeneidad en la colecta				
Capacidad fecundante machos por FIV	descripcion detallada del proceso de recogida	Pruebas de FIV para evaluar la capacidad fecundante de los machos				
	utilidad	Test funcional que garantice una fertilidad	8/2	7/4	6/3	7/3
	coste estimado de colecta por animal	Alto				
	problemática	Difícil de implementar. Alto coste unitario				
Eficiencia reproductiva en Monta Natural	descripcion detallada del proceso de recogida	Cubriciones controladas con lotes de ovejas y un macho de MN				
	utilidad	Comportamiento reproductivo y fertilidad	9/7	6/4	6/4	6/4
	coste estimado de colecta por animal	Medio				
	problemática	La monta controlada complica el manejo en las ganaderías				



Los nuevos fenotipos propuestos por las asociaciones y genetistas de las cuatro razas lecheras fueron 16. Entre ellos, 5 están relacionados con la calidad de la leche, la morfología mamaria y la eficiencia del ordeño mecánico; 4 con la fertilidad de los machos y patologías reproductivas; 2 con resistencia a enfermedades y tratamientos veterinarios; 3 con aspectos de la fisiología de los animales, tales como actividad, temperatura e ingesta; y 2 con la morfología y estado corporal.

En cuanto a la valoración por su interés y aplicabilidad, la Tabla 13 muestra la media de las valoraciones de cada uno de los criterios realizadas por cada raza. La puntuación por interés del nuevo fenotipo, situó en los cinco primeros puestos 3 caracteres relacionados con la producción láctea (espectros MIR, perfiles proteicos y perfil de ácidos grasos), 2 caracteres relacionados con la eficiencia reproductiva (calidad seminal y espermática por CASA y patologías reproductivas), la morfología corporal y la resistencia a enfermedades. Los caracteres relacionados con la producción láctea mejor puntuados por su interés, también lo fueron por su posibilidad de implantación, ya que no requieren una nueva estructura organizativa para su colecta, sino del control lechero ya existente.

Para el fenotipo de calidad seminal y espermática por CASA, fue el mejor puntuado por interés, la posibilidad de implantación fue peor valorada dado el coste que supondría obtener estos datos rutinariamente. Sin embargo, las patologías reproductivas son fenotipos más sencillos y menos costosos de obtener. Los nuevos fenotipos por los que se mostró menor interés, también fueron peor valorados en cuanto a su posibilidad de implementación.

La Tabla 13 muestra también la columna de Oportunidad que es el resultado del producto de las valoraciones medias por interés y aplicabilidad del fenotipo. Las valoraciones más altas para la oportunidad del nuevo fenotipo fueron para los caracteres morfología corporal, patologías reproductivas y espectros MIR y las más bajas para peso y/o estado corporal, ingesta de alimento y actividad fisiológica.

Los nuevos fenotipos propuestos pueden agruparse en cuatro categorías: producción, fertilidad, longevidad (que incluye la morfología corporal) y resistencia a enfermedades. Para profundizar en la definición de estos nuevos fenotipos agrupados según estas cuatro categorías, se establecieron los siguientes grupos de trabajo:

- Fenotipos de producción (CERSYRA)
- Fenotipos de fertilidad (ASSAF.E y ANCHE)
- Fenotipos de longevidad (CONFELAC)
- Fenotipos de resistencia a enfermedades (INIA)



**Tabla 13.-** Oportunidad de los nuevos fenotipos calculada como el producto de su valoración media en interés y posibilidad de aplicación

Nuevos Fenotipos	Interés	Aplicabilidad	Oportunidad
<b>Morfología Corporal</b>	<b>7.8</b>	<b>7.0</b>	<b>54.6</b>
<b>Patologías reproductivas</b>	<b>8.0</b>	<b>6.8</b>	<b>54.4</b>
<b>Espectros MIR</b>	<b>8.3</b>	<b>6.3</b>	<b>52.3</b>
Perfil proteico/caseínas	7.8	5.5	42.9
Tratamientos veterinarios/registro farmacos	6.8	6.0	40.8
Perfil ácidos grasos	7.5	5.3	39.8
Calidad seminal y espermática CASA	8.5	4.5	38.3
Eficiencia reproductiva en Monta Natural	6.8	4.8	32.6
Resistencia a enfermedades	7.5	4.0	30.0
Morfología por imagen de conformación de ubre	6.5	3.8	24.7
Velocidad de Ordeño	6.8	3.3	22.4
Temperatura corporal	6.5	3.3	21.5
Capacidad fecundante de machos por FIV	7.0	3.0	21.0
<b>Pesos y/o estado corporal</b>	<b>6.3</b>	<b>3.3</b>	<b>20.8</b>
<b>Ingesta de alimento</b>	<b>7.0</b>	<b>2.8</b>	<b>19.6</b>
<b>Actividad fisiológica</b>	<b>6.0</b>	<b>2.5</b>	<b>15.0</b>

En relación a los nuevos fenotipos de **caracteres productivos**, el CERSYRA de Valdepeñas ha profundizado en el posible interés y posibilidad de implementación de varios caracteres relacionados con el rendimiento y calidad de leche.

- La espectroscopia de infrarrojo medio (MIR) ha sido históricamente la técnica vibracional más utilizada en identificación y autenticación de materiales. En MIR, se mide la absorción de luz por parte del material a través de un rango de longitudes de onda (~400–4000 cm<sup>-1</sup>) que corresponden a modos fundamentales de vibraciones moleculares. Se pueden obtener de los equipos (Foss) utilizados para el análisis cualitativo de la composición láctea (grasa y proteína) que rutinariamente se recogen como parte del control de rendimientos. La tecnología MIR se utiliza cada vez más para desarrollar nuevos algoritmos para la detección de componentes específicos o inespecíficos de la leche y la predicción de fenotipos complejos relacionados con la fisiología de los animales. Los espectros MIR podrían ser útiles para obtener indicadores de producción, reproducción y estado fisiológico y sanitario de los animales. Sin embargo, para su uso, se requiere el establecimiento de rectas de calibración y ecuaciones predictivas para determinar la relación de los parámetros cualitativos de la leche con los aspectos antes mencionados. En vacuno de leche se han hecho avances importantes en el uso de los MIR para caracteres tales como emisiones de metano, cetosis, déficit energético, etc. En ovino



lechero, no existen estudios a este respecto, por lo que la aplicación de los MIR en esta especie no es esperable a corto plazo.

- Los perfiles de ácidos grasos y proteínas de la leche, son a priori caracteres muy interesantes en relación a la calidad alimentaria y sanitaria de la leche y a su rendimiento quesero, sin embargo, su coste de medida es elevado. Se podrían obtener a partir de los espectros MIR, para lo cual sería necesario disponer de las ecuaciones de calibración de los equipos. Dado que la casi totalidad de la leche de oveja se destina a la producción de queso, el rendimiento quesero de la misma (propiedades de coagulación) es un carácter de gran importancia, sin embargo, la medida de esta característica es costosa, pudiéndose también utilizar los espectros MIR para este fin.
- La morfología de la ubre es un carácter actualmente sujeto a medida y a valoración genética en los programas de mejora de las cuatro razas ovinas, y altamente valorado por los ganaderos y técnicos en su relación con la eficiencia de la producción lechera y la adaptación al ordeño mecánico de las ovejas. La conformación de ubre es medida mediante una escala lineal de valores por los calificadores de cada raza. Al ser una medida subjetiva no es posible comparar las calificaciones entre las razas. Una opción cara y difícil de implementar sería el diagnóstico por imagen de la conformación de la ubre, sin embargo, dado que en la actualidad los sistemas de calificación están funcionando razonablemente bien en todas las razas ovinas, estos sistemas no parecen tener futuro a corto- medio plazo.
- La cinética de emisión de leche (velocidad de ordeño), también fue propuesta como un nuevo fenotipo con cierto interés por su relación indirecta con procesos de mastitis y directa con la eficiencia del ordeño. Se podría recoger el dato coincidiendo con el control lechero, pero se necesitaría una adaptación de los dispositivos de ordeño que permitiera incorporar instrumentos para medir objetivamente la duración del ordeño.
- Finalmente, la eficiencia alimentaria de los animales, en definitiva, su capacidad de transformar el alimento en leche, es per se un carácter de gran interés por su repercusión directa en el beneficio económico de las explotaciones. Es un carácter complejo y de difícil medida, en el que influyen en gran manera las poblaciones microbianas existentes en el rumen, con lo que las posibilidades de su implementación a corto medio plazo son escasas. De nuevo en este caso, los espectros MIR de la leche podrían ser utilizados para determinar componentes de la misma asociados a diferencias en la eficiencia alimentaria de los animales.

Los **fenotipos de fertilidad** evaluados por el grupo de ASSAF.E y ANCHE, están relacionados con los parámetros de calidad seminal y fertilidad en las hembras.

- De la calidad seminal de los machos se dispone de gran cantidad de registros en los centros de inseminación artificial de las cuatro razas. Son parámetros de concentración, volumen y motilidad masal e individual que se recogen para todas las dosis de los machos



destinadas a inseminación artificial y a congelación. La relación de estos parámetros seminales con la fertilidad de los machos es dudosa, pero sin embargo son caracteres muy interesantes en cuanto a la eficiencia de los machos para producir dosis seminales, que es un carácter muy importante para los centros de IA. Es posible estimar la variabilidad genética y heredabilidad de estos caracteres y realizar evaluaciones genéticas de los mismos con el fin de detectar machos genéticamente superiores para la producción de dosis. También se podrá estudiar la correlación genética de estos caracteres con la fertilidad por inseminación artificial y con la producción de leche, lo que podría ser útil para tomar decisiones de selección.

- La fertilidad de las hembras puede analizarse a través de datos tales como el intervalo entre partos y la edad al primer parto, que se recogen sistemáticamente en todas las razas como subproducto del control de rendimientos. Estos datos son potencialmente explotables en programas de mejora genética para fertilidad, aunque previamente habría que determinar la calidad de los datos existentes, estimar su variabilidad genética y heredabilidad y determinar el modelo estadístico más adecuado para su valoración.
- Una característica muy interesante ligada a la fertilidad de las hembras es el anestro estacional, que es variable según la raza. De este carácter solo existen algunas iniciativas de estudio ligadas a proyectos de investigación, ya que su medida es costosa. La estima de los días de anestro se realiza con medidas individuales de progesterona en plasma una vez a la semana entre los meses de enero a agosto. Este tipo de medida es imposible establecerla como rutina en muchas ganaderías. Sin embargo, hay algunos resultados prometedores resultado de la utilización de las herramientas “ómicas” que sugieren la existencia de genes cuyos polimorfismos son responsables en mayor o menor grado de la variabilidad de la duración del anestro estacional de las ovejas. Si esto se confirmara podría llevarse a cabo una selección asistida por marcadores/genes para acortar el periodo de anestro en las hembras.

Para el **fenotipo de longevidad** CONFELAC ha propuesto profundizar en las causas de baja para una mejor definición del carácter. Las causas de baja contempladas se recogen en el Anexo 6. Estas se categorizan en 17 grupos que contemplan problemas mamarios, reproductivos, digestivos, respiratorios, cutáneos, de comportamiento, etc. Estos grupos a su vez se desdoblán en subgrupos que definen más la causa de baja. Finalmente, los subgrupos se desdoblán en causas de baja muy concretas, que incluyen el diagnóstico de enfermedades, edad, tipo de accidente, venta, etc. La información sería recogida una vez al año al finalizar la campaña. En la fase piloto de implementación se seleccionarán algunos rebaños donde comenzará la recogida de esta información.

Respecto a los fenotipos de **resistencia a enfermedades**, el INIA ha recabado información de las enfermedades de las que existen registros en las razas ovinas, por ser de vigilancia obligatoria o proceder de planes voluntarios de las comunidades autónomas.



- La mamitis es la inflamación de la glándula mamaria que se produce como respuesta de la ubre de la oveja a una agresión, que generalmente es un agente patogénico. En función del grado de afección las repercusiones sanitarias y económicas pueden ser más o menos importantes, pudiendo causar lesiones permanentes e incluso la muerte del animal. La mamitis puede cursar con síntomas clínicos que permiten su detección y tratamiento y en muchos casos también sin sintomatología (mamitis subclínica). El diagnóstico se puede realizar con el Recuento de Células Somáticas (RCS) y con cultivos bacteriológicos. En las razas Assaf, Churra, Latxa y Manchega existen datos individuales RCS en las bases de datos de las asociaciones de ganaderos, que provienen del control lechero. Estos datos de RCS son explotados en alguna de las razas (Assaf y Churra) para realizar evaluaciones genéticas e incluirlas en la información genética aportada a las asociaciones y ganaderos. Sin embargo, así como la relación entre el RCS y la mamitis está claramente definida y consensuada en bovino de leche, no lo está para la especie ovina. Sería interesante establecer el umbral de RCS para establecer la presencia/ausencia de mastitis. Una posible aproximación, dada la dificultad de cultivar muchos géneros bacterianos, sería el estudio del metagenoma presente en la muestra de leche individual para determinar todos los microorganismos presentes y su relación con la enfermedad y el RCS.
- La Brucelosis es de declaración obligatoria. Las comunidades autónomas oficialmente libres de brucelosis son Aragón, Cataluña, Canarias, Baleares, Galicia, Asturias, Extremadura, La Rioja, Valencia, Cantabria, Castilla y León, Navarra y País Vasco. En estas CCAA hay en marcha un programa de vigilancia epidemiológica. La recogida de muestras es individual en ovino, aunque no todos los años se muestrean todos los rebaños y en los que se muestrea, sólo se hace en una proporción de animales (20%). Las comunidades autónomas que no son oficialmente libres de brucelosis son Madrid, Murcia, Andalucía y Castilla la Mancha. En estas CCAA si se contemplan análisis individuales en todas las explotaciones ovinas y de todos los animales. En cuanto los análisis, primero se realiza una prueba cualitativa denominada “Rosa de Bengala” que da un resultado positivo o negativo. A los animales positivos a esta primera prueba le sigue un análisis mediante Fijación del Complemento que da un título de anticuerpos (prueba cuantitativa). Todas las comunidades autónomas tienen bases de datos con los resultados históricos del programa de erradicación, que contienen datos de análisis individuales, con una identificación fiable del animal desde el momento en el que se comenzó a emplear la identificación individual electrónica. Los laboratorios trabajan con la base de datos RIIA donde se almacenan los resultados de estas pruebas junto a la información de los animales (crotal, identificación electrónica, especie, raza, fecha de recogida de la muestra, fecha de entrada en el laboratorio, fecha de análisis, resultados, etc.).
- La denominada internacionalmente enfermedad de Maedi-Visna, y en castellano “neumonía progresiva ovina”, es una enfermedad ovina producida por un lentivirus. Sus síntomas son neumonía intersticial, encefalitis, linfadenopatía, artritis, mamitis o caquexia, todos ellos de carácter crónico. El periodo de incubación de la enfermedad es muy largo, no detectándose síntomas clínicos hasta meses e incluso años después del momento de la infección. La transmisión por vía horizontal puede suceder de forma





directa a través de la ruta oro-nasal, por ingestión de calostro y /o leche, o por vía venérea. El diagnóstico se puede realizar mediante pruebas serológicas como la seroneutralización, la fijación del complemento, la hemoaglutinación pasiva, la inmunofluorescencia indirecta, el Western blotting, la inmunodifusión en gel de agar (AGID) y ELISA y con pruebas de PCR que aprovechan la capacidad de los lentivirus de penetrar en el ADN celular. El diagnóstico por PCR de virus Maedi puede llevarse a cabo sobre muestras de sangre, leche, semen e incluso a partir de tejidos recogidos post-mortem. El diagnóstico de la infección por Maedi es difícil, pues la concordancia entre las pruebas de ELISA y PCR se considera débil. El Maedi-Visna es una enfermedad de gran interés para todas las razas ovinas ya que hay una incidencia importante y supone la eliminación de un gran número de machos candidatos a prueba de progenie en los centros de IA. La falta de vacunas y la inviabilidad económica del tratamiento de la infección por Maedi pone de relevancia el papel que ejerce el control de esta enfermedad sobre la cabaña ovina. Éste se basa en la cuarentena, manejo o sacrificio. En las razas Assaf y Latxa, unos cuantos rebaños han realizado el seguimiento de esta enfermedad y se podría tener acceso a la información recabada.

- La agalaxia contagiosa (AC) de los pequeños rumiantes es una enfermedad originada por una especie del género *Mycoplasma*, *mycoplasma agalactiae*. La AC está considerada endémica en muchos países y presenta una distribución mundial, aunque debido a la falta de datos concretos del número de individuos y rebaños infectados en las diferentes regiones geográficas, es realmente difícil valorar el impacto de la enfermedad y su repercusión en la sanidad de los rebaños. La AC es una enfermedad multifactorial, ya que además de los factores ligados al propio agente etiológico, está condicionada por el manejo, el sistema de explotación, las condiciones ambientales y factores de los propios individuos como condición genética, edad y estado inmunitario. Las hembras en lactación, es uno de los grupos más afectados, ya que el ordeño supone la forma más importante de transmisión de la infección en condiciones de campo por vía galactófora. La sintomatología de la enfermedad se caracteriza por la aparición de mamitis, queratoconjuntivitis y artritis. El diagnóstico laboratorial, se realiza en muestras de leche, sangre, conjuntiva y conducto auricular externo. Se pueden detectar los *Mycoplasmas* con medios de cultivo adecuados, test Elisa y estrategias genómicas (q-PCR). La vacunación no evita la infección, aunque sí reduce la sintomatología. Ocurre lo mismo con los antibióticos, para los que se han desarrollado resistencias, como es el caso de la tilosina. La enfermedad ocasiona grandes pérdidas económicas por el empleo de los tratamientos, la asistencia veterinaria y el uso de vacunas, el incremento en la mortalidad y abortos y la eliminación de los animales afectados por la enfermedad. No obstante, su efecto principal es sobre la producción y la calidad de la leche asociadas principalmente con reducciones significativas o pérdida completa de la producción lechera. En las razas Assaf y Manchega existen programas voluntarios de Agalaxia que por ser de aplicación muy reciente todavía no disponen de datos.
- En ganado ovino el control de parásitos gastrointestinales a base del uso de anti-helmínticos ha conducido a la generación de resistencias a los mismos. La selección de



animales resistentes a la infección por parásitos podría ser una alternativa para un control sostenible de las infecciones parasitarias. En la raza Churra se han llevado a cabo algunos trabajos de investigación destinados a estimar la variabilidad genética y heredabilidad de la infección por parásitos gastrointestinales. Los fenotipos utilizados para estos trabajos fueron el conteo de huevos en heces y dos indicadores serológicos. La heredabilidad estimada para el conteo de huevos osciló entre 0.09 y 0.12, que fue inferior para la estimada para los indicadores de suero (0.19 a 0.21). Este estudio demostró que existe variación genética heredable para fenotipos indicadores de la resistencia a parásitos gastrointestinales lo que sugiere que es posible la selección genética de este carácter tan complejo. Mediante herramientas “ómicas” en esta misma raza, se han detectado algunos genes relacionados con los mecanismos de respuesta inmune contra parásitos en ovejas resistentes. Esto demuestra que en algunos casos las herramientas moleculares pueden ser muy útiles para la detección de regiones genómicas implicadas en la regulación y variabilidad de caracteres complejos, y la posibilidad de realizar una selección asistida por genes o marcadores para mejorar estos fenotipos. Sin embargo, la recogida de fenotipos para este carácter es costosa en medios humanos por lo que es poco probable el establecimiento de su recogida de una manera generalizada.

### *Conclusiones*

- Los fenotipos existentes para caracteres productivos, reproductivos y funcionales de los que se tienen datos históricos en todas las razas ovinas lecheras estudiadas, suponen un potencial muy interesante para el establecimiento de nuevos criterios de selección.
- Futuras condiciones ambientales, sociales, de mercado, normativas, etc. podrían imponer nuevas necesidades al sector productivo y una reorientación del mismo hacia otro tipo de características de los animales distintas de las meramente productivas.
- Los nuevos fenotipos con mayor oportunidad de implementación fueron los de morfología corporal, patologías reproductivas y utilización de los espectros MIR.
- Para estos nuevos fenotipos cuyos parámetros genéticos son desconocidos, las herramientas moleculares pueden proporcionar la oportunidad de explotar esta información de un modo más eficiente.



## **7.- Definición de criterios para identificar animales candidatos al genotipado**

### ***Objetivo***

La identificación de los animales candidatos al genotipado para constituir las poblaciones de referencia de las distintas razas ovinas de leche, es uno de los factores con mayor importancia en la precisión de estimación de los valores genómicos en un sistema de selección genómica. La descripción de los criterios para la elección de los animales que constituirán las poblaciones de referencia en las razas ovinas de leche ha sido realizada por el Profesor Juan Jose Arranz de la Universidad de León. En la Selección Genómica, y desde un punto de vista conceptual, los valores genéticos estimados de los individuos candidatos a la selección - población de cría- (gEBV) se pueden estimar a partir del perfil de un gran número de marcadores genéticos (SNPs). A su vez, los efectos de los marcadores se estiman en un conjunto de individuos que han sido genotipados y fenotipados -población de referencia-. Por ello, la composición de la población de referencia, o conjunto de animales genotipados y registrados para su fenotipo, a partir de los cuales se inferirán los efectos de los SNPs sobre los fenotipos objeto de selección, es uno de los factores con mayor importancia en la precisión de estimación de los valores genómicos en un sistema de selección genómica.

En principio, el grupo de trabajo de análisis de la selección genómica del ganado ovino de leche ha establecido como metodología fundamental de evaluación en todas las razas el Single-Step BLUP (ssBLUP), procedimiento que utiliza la información del pedigrí, la obtenida del genotipado de los chips de SNPs y la de los fenotipos para establecer la valoración genómica (gEBV) de los animales genotipados y no genotipados de forma simultánea en un único procedimiento. En este contexto, las poblaciones de referencia pierden importancia, ya que con esta metodología la información de los genotipos se utiliza para ganar precisión en la estima de las relaciones de parentesco de los animales genotipados (matriz genómica). Para los animales no genotipados la fuente de información sigue siendo el pedigrí.

### ***Resultados***

A continuación, se indican una serie de aspectos generales y de recomendaciones para poder tener una población de referencia que permita realizar la evaluación genómica con la mayor precisión posible. Diferentes estudios que han evaluado la precisión en la obtención de los gEBVs en los sistemas de valoración genómica (GBLUP) han puesto de manifiesto que la composición de la población de referencia es uno de los factores claves en la precisión de las estimas de dichos gEBVs. Por ello, hay que tener en cuenta que la información que se obtiene de la información genómica procede de tres vías fundamentales:

1.- De la aportada por el desequilibrio de ligamiento (LD) entre los marcadores y los genes responsables del carácter cuantitativo, y que depende de la historia y estructura poblacional, fundamentalmente, del tamaño efectivo ( $N_e$ ) de la raza.



2.- Del parentesco de los animales objeto de valoración y los de la población de referencia. Esto se define como las relaciones genético-aditivas que hay entre los animales a valorar y los animales que forman la población de referencia.

3.- De la co-segregación de los genes responsables de los caracteres cuantitativos y los marcadores dentro de estructuras familiares.

En la medida de lo posible, la población de referencia debería intentar sacar partido de estos tres tipos de información. Por ello, se propone el siguiente orden de prelación para el genotipado de los animales que formarán parte de dicha población:

1.- **Machos de inseminación artificial** con un gran número de descendientes en la población. Estos animales son prioritarios ya que cumplen dos requisitos fundamentales: por un lado, presentan una fiabilidad muy alta en la estimación de su valor genético y, por otro tendrán parentesco con un número elevado de individuos de la población que serán valorados genéticamente. Además, el uso de la IA es uno de los factores que más van a limitar el tamaño efectivo de la población y la estructura del LD del genoma de la población. En este punto sería deseable tener animales que en el proceso de la prueba de descendencia hayan sido valorados tanto positivamente como negativamente. Aunque el impacto de los últimos será menor, representan determinadas formas gaméticas existentes en la población que deben ser tenidas en cuenta para una mejor predicción de los gEBVs.

2.- **Un muestreo aleatorio de animales** (hembras) de la población que presenten dos características: que representen las diferentes formas gaméticas presentes en la población (formas de asociación de los alelos de los genes responsables de los caracteres cuantitativos y los alelos de los marcadores) y que sean reflejo de la variabilidad de la población y, además que tengan una fiabilidad mínima en la evaluación genética (mínimo 2-3 lactaciones). Por ello se recomienda animales que pertenezcan a diferentes rebaños y con una buena fiabilidad en su evaluación genética.

3.- **Madres y padres** (parientes cercanos) de los animales que serán elegidos como (candidatos) futuros machos de inseminación artificial. Normalmente son animales con un mayor valor de la predicción genética (EBVs del 2 al 5% superior de la población) y que, en la mayoría de los casos, suelen estar genotipados. También habría que considerar en este caso hermanos y medio-hermanos.

4.- **Machos de monta natural** con un número elevado de hijos y que están en rebaños bien conectados mediante inseminación artificial.

Respecto al tamaño de la población, los resultados de simulación nos indican que en una población con un  $N_e$  de unos 250 animales se obtendría una aceptable precisión en la predicción de los gEBV ( $\geq 65\%$ ) para un carácter de  $h^2 = 0,25$ , a partir de unos 4000 animales elegidos al azar. La misma precisión se puede obtener con menores cifras si la población muestra un grado de parentesco con los candidatos elegidos. Teniendo en cuenta que alcanzar ese tamaño representa una inversión inicial muy importante en el genotipado de los animales, ganancias



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES



**Departamento de  
Mejora Genética Animal**

apreciables (>10-15% sobre el índice de pedigrí) se pueden obtener a partir de poblaciones de referencia de 1000 animales. La previsión de animales a genotipar en cada raza y sus identificaciones individuales se recogen en el Anexo 7.



## **8.- Evaluación de las muestras biológicas disponibles y de la previsión de animales candidatos al genotipado en los próximos años**

### ***Objetivo***

El objetivo de este apartado del informe tiene como fin determinar el número de genotipados que hasta la fecha se han realizado en cada raza ovina y los criterios que se han seguido para la elección de los mismos. Por otro lado, se ha recabado información sobre el número de muestras existentes tanto de ADN como de sangre en el Laboratorio Central de Veterinaria de Algete y en Xenetica Fontao y de esperma en los bancos de germoplasma, que pudieran ser susceptibles de ser genotipados. Finalmente se ha realizado una previsión del número de animales de reposición que se deja cada año en cada una de las razas con el fin de determinar cuántos animales podrían ser genotipados anualmente.

### ***Resultados***

En la Tabla 14 se presentan los datos recabados en cuanto a genotipados ya realizados en las distintas razas ovinas y los criterios por los que se seleccionaron los animales genotipados, machos de inseminación artificial (IA), machos de monta natural (MN) y hembras. También se muestra la plataforma de genotipado utilizada en cada caso y las estimas de los censos efectivos de cada una de las razas en base a los registros de pedigrí y de la información molecular disponible.

Los censos efectivos estimados en cada raza por uno o ambos métodos son elevados, lo cual indicaría la preservación de estas poblaciones frente a procesos de deriva genética y consanguinidad y sus consecuencias biológicas. Sin embargo, elevados censos efectivos también están relacionados con un menor desequilibrio de ligamiento, característica que es explotada por la selección genómica y que, en el caso de las razas ovinas en general, es bajo, como ha sido demostrado en numerosos trabajos científicos.

Todas las razas estudiadas tienen ya animales genotipados que van a formar parte de las poblaciones de referencia que permitirán llevar a cabo la evaluación genómica. Los criterios para la elección de los animales que han sido genotipados coinciden con las recomendaciones propuestas por el Profesor Juan José Arranz en el apartado 4 de este informe (definición de criterios para identificar animales candidatos al genotipado). El criterio principal para la elección de los animales que fueron genotipados fue, en todos los casos, la fiabilidad de la predicción del valor genético de producción de leche, tanto en machos (de IA y de MN) como en hembras. En los machos la fiabilidad umbral se situó entre el 60 y el 80%, y en las hembras entre el 37 y el 70%. En el caso de la raza Assaf también se genotiparon machos jóvenes destinados al centro de IA y a reposición de las ganaderías, con un umbral de fiabilidad de su índice de pedigrí del 30%.



**Tabla 14.-** Genotipados realizados en las cuatro razas ovinas

GENOTIPADO REALIZADOS				
GENOTIPADOS REALIZADOS	Assaf	Churra	Latxa	Manchega
Censo efectivo <b>Ne</b> estimado con los datos de pedigree/moleculares	177/208	-/159	LCN 264- 328/- LCR 313-797/-	-/215
número de <b>machos IA</b> y fiabilidad de su valor genético para el carácter (carácter/nº individuos/fiabilidad %)	leche/ <b>233</b> /70 leche/ <b>36</b> /30(IP)	leche/ <b>83+184</b> /60	leche/ <b>981</b> /78	leche/ <b>670</b> /80
número de <b>machos MN</b> y fiabilidad de su valor genético para el carácter (carácter/nº individuos/fiabilidad %)	leche/ <b>844</b> /70 leche/ <b>5</b> /30(IP)	-	-	leche/ <b>779</b> /80
número de <b>hembras</b> y fiabilidad de su valor genético para el carácter (carácter/nº individuos/fiabilidad %)	leche/ <b>185</b> /50	leche/ <b>390+1450*</b> /37	-	leche/ <b>446</b> /70
Plataforma de genotipado (casa comercial/alta y/o baja densidad)	<b>Affymetrix 50K</b>	Illumina 50K/ <b>Affymetrix 50K</b>	Illumina 50K	Illumina 50K

En la Tabla 15 se presentan los datos recabados en cuanto a disponibilidad de muestras de machos y hembras para realizar nuevos genotipados. Estas muestras proceden del Laboratorio Central de Veterinaria de Algete y de Xenética Fontao donde se realizan las pruebas de ADN para confirmar las paternidades y los genotipos de *scrapie*. Las muestras existentes pueden ser de sangre o ADN.

Otra fuente de material genético para realizar genotipados de machos son las dosis de esperma almacenadas en los centros de inseminación artificial y los bancos de germoplasma. El Anexo 8 contiene una relación de las muestras de sangre disponibles para cada raza ovina en el Laboratorio Central de Veterinaria de Algete, procedentes de pruebas de filiación y de *scrapie*, y de las muestras de semen de ARCA.



**Tabla 15.-** Material biológico disponible para nuevos genotipos de animales de las cuatro razas

MUESTRAS DISPONIBLES PARA NUEVOS GENOTIPADOS	Assaf			Churra			Latxa			Manchega		
	ADN	sangre	semen	ADN	sangre	semen	ADN	sangre	semen	ADN	sangre	semen
disponibilidad de muestras de <b>machos de IA</b>		1(Algete)//90 (XF) machos con VG		36				Año 2017: 150 (CAPV+NA). Años anteriores: 120 (NA)			Banco ADN/sangre del CERSYRA + Banco ALGETE y XF. Es necesario valorar la calidad de las muestra	NA
disponibilidad de muestras de <b>machos de MN</b>		704 (Algete) machos con VG					147 (Fontao)/102 7(Algete)			NA		
disponibilidad de muestras de <b>hembras</b>		3303 (fib > 50%) (Algete)		194	207		769 (Fontao)/479 7 (Algete)			NA		

En el INIA se han realizado diversas pruebas de extracción de material genético a partir de muestras de sangre almacenadas en el Laboratorio Central de Veterinaria de Algete. El objetivo fue determinar si a partir de las mismas se podía obtener suficiente material genético (ADN) en cantidad y calidad, según los requerimientos de las plataformas de genotipado (17.2 ng de ADN por  $\mu\text{l}$  con unas ratios de calidad de  $260/280 = 1.8$  a  $2.00$  y  $260/230 > 1.5$ ). 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 re-suspendidas en EDTA o Magic Buffer para determinar cuál de ellos es el más eficiente en la extracción de material genético de las muestras.

Los resultados de estas pruebas de laboratorio se adjuntan en el Anexo 9. En general, todos los métodos de extracción rindieron cantidades suficientes de material genético con unas calidades aceptables para la ratio  $260/280$  y bajas para la ratio  $260/230$ . En cuanto al buffer de re-suspensión, las muestras con EDTA rindieron mejores ratios  $260/280$  que las conservadas en Magic Buffer y similares para la ratio  $260/230$ .





Finalmente, la Tabla 16 muestra la disponibilidad de machos para prueba de progenie por inseminación artificial y por monta natural y de hembras de reposición, susceptibles de ser genotipados por año en cada raza. Como se puede ver en la tabla, la tasa de reposición en las razas ovinas lecheras es muy elevada, lo que unido al interés del genotipado de candidatos a la selección, garantizaría la disponibilidad en todas ellas de un buen número de animales a genotipar anualmente.

**Tabla 16.-** Previsión de animales candidatos a genotipado en las cuatro razas ovinas

<b>GENOTIPADO DE ANIMALES JOVENES</b>	<b>Assaf</b>	<b>Churra</b>	<b>Latxa</b>	<b>Manchega</b>
disponibilidad de muestras de <b>machos para testaje por IA</b> por año	200 (de los que ingresan la mitad)	100	70	200 (de los que ingresan la mitad)
disponibilidad de muestras de <b>machos para testaje por MN</b> por año	2800	150	752	1.500-2.000 (de los que estimamos que la mitad se quedan como reproductores)
disponibilidad de muestras de <b>hembras de reposición</b> por año	31000	7000	13439	30000

### **Conclusiones**

- Los genotipados realizados hasta la fecha por cada una de las razas de ovino lechero y que formarán parte de sus poblaciones de referencia, son 1.303 en Assaf, 2.107 en Churra, 981 en Latxa y 1.895 en Manchega.
- Según los criterios proporcionados por el Profesor Juan José Arranz, todas las razas tendrían prácticamente constituidas las poblaciones de referencia con los animales actualmente genotipados.
- El Profesor Luis Varona indica la gran importancia y repercusión del genotipado de candidatos a la selección. Las altas tasas de reposición en estas razas lecheras garantizan un gran número de candidatos a la selección susceptibles de ser genotipados cada año.



## **9.- Conclusiones generales de las actividades desarrolladas en el periodo noviembre 2017 a noviembre 2018 correspondientes al punto 3.1.1. de la Encomienda de Gestión encargada por el MAPAMA al INIA para la Evaluación de la Aplicación de la Selección Genómica en los Programas de Mejora de Ovino de Leche**

El control lechero es la herramienta principal de recogida de información del rendimiento productivo en las razas ovinas de leche. Y no solo es útil para recabar el dato fenotípico de cantidad y calidad de la leche, que será utilizado como criterio de selección en los programas de mejora genética, sino que se constituye en sí mismo como una herramienta de control del manejo, estado sanitario, aspectos reproductivos y alimentación de las ganaderías que lo realizan, por todas las actividades que se generan alrededor de la implementación del mismo.

Todas las razas de ovino lechero implicadas en esta Encomienda de gestión, están sujetas al control lechero oficial para el control de rendimientos de la producción lechera, siguiendo la metodología que mejor se adapta al sistema de manejo de cada una de ellas. El dato recabado de producción en el día del control es posteriormente utilizado para el cálculo de la producción por lactación a un número variable de días según la raza, que se constituye en el fenotipo de producción utilizado para llevar a cabo la evaluación genética de los animales. Sin embargo, este fenotipo es diferente en cada raza por las razones antes mencionadas, lo que unido a la utilización de distintos modelos estadísticos para predecir el mérito genético de los animales, hacen que estos no sean comparables entre sí, por lo que, en la segunda fase de esta Encomienda, será necesario estudiar la posibilidad de utilizar un fenotipo común a todas las razas lecheras y un modelo de valoración genética equivalente, con el fin de poder realizar una valoración genómica conjunta de todas las razas.

Aunque valorado muy positivamente en calidad y eficiencia, el control de rendimientos presenta una serie de debilidades, entre las que destaca su elevado coste, que da lugar al abandono del mismo en muchos casos. Esta debilidad se ve agravada por las bajadas en el precio de venta de la leche y el incremento del precio de los insumos para los animales, que ha sido identificada por todas las asociaciones de ganaderos como la amenaza más crítica para el sector. Sin embargo, el control de rendimientos es potencialmente un generador directo e indirecto de nuevos fenotipos que pueden ser explotados como nuevos criterios de selección en los programas de mejora genética del ovino de aptitud láctea, lo que contribuiría a rentabilizar el coste del mismo.

Los programas de selección genética de estas cuatro razas ovinas llevan desarrollándose décadas con resultados muy positivos en respuesta genética para la producción lechera, sin el menoscabo de la calidad de la misma. Todos ellos también han incidido en la selección de caracteres de conformación de la ubre, ya que su mejora es crucial para acompañar los incrementos en producción lechera conseguidos. Al éxito de estos programas de mejora ha contribuido en gran manera la identificación de filiaciones mediante pruebas de ADN que proporcionan una predicción del mérito genético de los animales más confiable.



La implementación de estos programas de selección genética, no solo han conseguido el incremento de la producción de los animales, sino que han contribuido en gran manera a la tecnificación y profesionalización de este sector. Hoy en día, el ganadero de ovino de leche es el motor fundamental para incorporar innovaciones y nuevas tecnologías al sector, como así lo demuestran los resultados de las encuestas realizadas en el marco de esta Encomienda.

A pesar del buen funcionamiento de los programas de selección implementados en estas razas ovinas, hoy en día, este sector se enfrenta a nuevos retos, distintos de los meramente productivos, que le permitan incrementar su eficiencia. La fertilidad, la longevidad y la resistencia a enfermedades se postulan como nuevos caracteres de gran interés para los sistemas de producción ovinos.

De algunos de estos caracteres se dispone de gran cantidad de fenotipos como resultado de la implementación de los programas de mejora genética para la producción lechera, que podrían ser explotados como nuevos criterios de selección a muy corto plazo. En las bases de datos de las distintas asociaciones se dispone de miles de datos de fertilidad por inseminación artificial y de calidad seminal de los machos utilizados en los centros de testaje para la prueba de progenie, que podrían ser utilizados para realizar valoraciones genéticas de caracteres de fertilidad. También en estas bases de datos es posible recabar datos del intervalo entre partos y edad al primer parto de las ovejas, utilizables para realizar valoraciones genéticas de la fertilidad de las hembras. La longevidad también se constituye en un carácter susceptible de evaluación genética, a través del dato de baja de los animales, aunque la causa de la misma podría ser refinada para tener en cuenta un conocimiento más profundo de los motivos que la han producido.

Existen nuevos fenotipos de interés, como así lo han manifestado las asociaciones de ganaderos y genetistas, que podrían contribuir a abordar nuevos aspectos productivos en el sector del ovino de leche. Los datos de la espectroscopia en el infrarrojo medio (MIR) que se obtienen del análisis cualitativo de la leche podrían ser utilizados, para la detección de marcadores específicos e inespecíficos de caracteres ligados a la funcionalidad, resiliencia, eficiencia alimenticia, emisiones de metano, parámetros reproductivos, etc., de los animales. Sin embargo, para su uso es necesario el establecimiento de rectas de calibración y ecuaciones predictivas que permitan determinar la relación de los parámetros cualitativos de la leche con los aspectos antes mencionados, cuestión que debe ser estudiada a nivel experimental en el contexto de proyectos de investigación.

La incorporación a programas de mejora genética de los nuevos fenotipos de interés, de los que hoy no se dispone de información, requerirá la definición de los mismos y su modo y periodicidad de colecta y determinar si es posible afrontar el coste de su recogida. Y a largo plazo, cuando se disponga de información suficiente de los mismos, estimar sus parámetros genéticos y variabilidad genética y definir sus modelos de valoración genética. La disponibilidad actual de herramientas “ómicas” podría contribuir al conocimiento de la base genética de estos caracteres a más corto plazo, y permitir la actuación sobre ellos, incidiendo directamente sobre posiciones del genoma asociadas a su variabilidad si estas fueran detectadas.



El análisis de la situación actual de los programas de mejora genética para el incremento de la producción láctea en las cuatro razas ovinas implicadas en este estudio, permite concluir que todos ellos reúnen las condiciones necesarias para la implementación de la selección genómica. La evaluación genómica añadirá a la predicción del mérito genético clásico una nueva pieza de información, que es el conocimiento, no predicción, de regiones concretas del genoma de los animales, más o menos relacionadas con los genes responsables de la variabilidad de los caracteres criterio de selección. Esta información permitirá estimar con mayor precisión el mérito genético, valor genómico, de los animales y por tanto ser más precisos a la hora de elegir los futuros reproductores. Esto redundará en un incremento de la respuesta genética y un acortamiento del intervalo generacional, ya que los candidatos a la selección pueden ser genotipados a edades muy tempranas.

Unido a todo ello, las plataformas de genotipado utilizadas para la implementación de la selección genómica, pueden ser rentabilizadas si a medio plazo sustituyen a las pruebas actuales de ADN para determinar las filiaciones y el genotipo de *scrapie*. Si además, como se pretende contrastar en la segunda fase de la Encomienda, fuera posible la utilización de una población de referencia común a las cuatro razas ovinas, las posibilidades de genotipado se incrementarían enormemente.