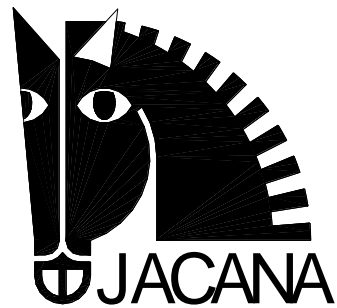




PROGRAMA DE CRÍA DE RAZA JACA NAVARRA



**ASOCIACIÓN DE CRIADORES DE GANADO EQUINO
JACA NAVARRA
(JACANA)**

DATOS GENERALES DEL PROGRAMA DE CRIA

1. **Especie:** Equina
2. **Nombre de la raza:** Jaca Navarra.
3. **Finalidad del Programa de Cria (PC):** Conservación.
4. **Territorio Geográfico** sobre el que se aplica: Navarra
5. **5. Excepciones y particularidades a las que se acoge la Asociación:**

5.1 Limitar o prohibir el uso de un animal reproductor y de su material reproductivo de raza pura, si dicho uso pusiera en peligro la conservación o diversidad genética de la raza.

6. Participantes en el Programa de Cría.

6.1. Relación de la explotaciones colaboradoras: Se incluirán todos los ganaderos que pertenezcan a la Asociación de Criadores, y todos aquellos que teniendo animales en pureza quieran participar en el programa de conservación. La relación de explotaciones colaboradoras será actualizada anualmente en el Sistema Nacional de Información de Razas (ARCA).

6.2. Otros participantes

El INTIA S.A. (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias) que será el encargado de la gestión técnica de la raza y realizará los controles de rendimiento en campo.

El Laboratorio de NASERTIC S.A. (Navarra de Servicios y Tecnología S.A.) que realizará el control de paternidad, a partir de técnicas moleculares..

El Centro Cualificado de Genética. Las valoraciones genéticas, el análisis de la variabilidad genética de la raza, la estimación del parentesco entre reproductores y la estimación de los índices genéticos de selección será realizada por el GRUPO de Investigación Meragem (Grupo AGr-158 del Plan Andaluz del Investigación, Desarrollo e Innovación de la Junta de Andalucía) formado por personal del Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIA de la Universidad de Sevilla y de los Departamentos de Genética y de Producción Animal de la Universidad de Córdoba, siendo la Directora Técnica del Programa la Dra. M^a Mercedes Valera Córdoba, Profesora Titular de la Universidad de Sevilla

La **Asociación de Criadores de Ganado Equino Jaca Navarra (JACANA)**, encargada de la gestión del Libro Genealógico de la Raza.

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE CRIA

1. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

Las distintas características sociales, culturales y ambientales en las que una región lleva a cabo sus actividades, determinan la aparición de razas de animales que se adaptan a esas necesidades y al medio. Sus características morfológicas y de temperamento la hacen estar muy bien adaptada a las zonas de montaña donde vive (noroeste de Navarra). No obstante, a pesar de ser una raza autóctona que disfrutaba de gran prestigio entre las zonas vecinas y transfronterizas, como animal de trabajo, debido a cambios sociales y a la escasa competitividad con otras razas de aptitud cárnica, se encuentra en grave peligro de extinción.

1.1 Origen y antecedentes históricos

Es una raza autóctona caballar, llamada también Poney Navarro, Caballo Navarro, Caballo Vasco-Navarro, caballito de Andía, Jaca Pamplonesa, caballito de las Améscoas o caballito de la Barranca.

El origen de esta raza se encuentra hoy día sumido en un misterio de difícil esclarecimiento. Una teoría los retrotrae a las invasiones de la Península Ibérica por los Celtas y las posteriores de los pueblos bárbaros como los suevos, que introdujeron caballos de escaso tamaño que constituyen el origen de las Jacas Cantábricas y ponys del norte de la Península Ibérica (Ferrerías, 1935¹). Por otro lado, Faelli (1932)² ya describía la existencia en Navarra de unos caballos de poca alzada (1,30 aproximadamente), robustos, ágiles, resistentes y sobrios. No obstante, en otras referencias, se mantiene la posibilidad de que estos caballos se asentasen en Navarra desde tiempos inmemoriales y que sean los descendientes directos de los caballos salvajes que cazaban los hombres de las cavernas y que tan magistralmente dibujaban en las paredes de las cuevas. Según Donézar (1952)³ esta última teoría es la más aceptable. Este autor se inclina a pensar que este caballo ha acompañado desde tiempos antiquísimos a los hombres de estas tierras navarras. Su explotación actual es tan rudimentaria que induce a pensar que su origen es muy antiguo y rayano con los primeros estratos de domesticidad sufridos por sus antecesores primitivos.

Lo que sí está aceptado, pese a su proximidad originaria y geográfica, es su independencia y diferencia con los caballos de Losa (Losino), los asturianos (Asturcón) y otros caballos cantábricos, así como con el caballo de Burguete, sin descartar por ello el origen próximo entre ellos.

¹Ferrerías, G. 1935. El caballo de Losa. Ganadería Vasca. Volumen I. Ed. Excma. Diputación de Vizcaya. Vizcaya.²Faelli, F. 1932. Razas Bovinas, Equinas, Porcinas, Ovinas y Caprinas. Ed. Revista Veterinaria de España. Barcelona.³Donézar, J. 1952. Caballos Navarros. Junta Provincial de Fomento Pecuario de Navarra. Publicación patrocinada por la Excelentísima Diputación Foral de Navarra, Pamplona.

La presencia de esta raza en Navarra durante siglos fue importante, sobre todo en el noroeste. A finales del siglo XIX y principios del XX comenzó la decadencia de la Jaca Navarra. A lo largo de esos siglos se fue desarrollando una mayor comunicación entre regiones y países, gracias a las nuevas tecnologías y medios de transporte. El comercio de ganado creció, y también los cruces entre razas. Esto, unido a la mayor exigencia de las labores agrícolas, a su mecanización y a la mejora en el aprovechamiento de pastos, con la formación de praderas artificiales, hizo que la Jaca Navarra disminuyese el número de efectivos, a favor de razas más hipermétricas, como la raza Burguete (Pérez de Muniain, 1997⁴).

A finales del siglo XIX y principios del XX comenzó la decadencia de los ponys navarros, a lo que contribuyó la mecanización de la agricultura que exigía, para realizar las labores del campo, caballos de más porte, lo cual se lograba a partir de cruces absorbentes con caballos hipermétricos importados de otros países.

1.2. Distribución geográfica y censos

Según Luna y Rota (1914)⁵, los principales centros de producción se hallan en los valles de Goñi, Ollo, Lizarraga, Huarte-Araquil, y Echarrri-Aranaz, entre otros. Faelli (1932)⁶ diferencia dos tipos de caballos dentro de la Jaca Navarra. Uno de mayor tamaño que se cría en los valles del Roncal, Echalar, y Baztán, y otro más pequeño que se halla en la sierra Andía y Urbasa.

Más tarde, Donézar (1947)⁷ señala que las explotaciones de Jaca Navarra se han circunscrito a una pequeña porción de terreno, cuyo centro resultan las sierras de Andía y Urbasa.

Actualmente, la Jaca Navarra comparte su hábitat con el ganado vacuno pirenaico. Desde principios del siglo XX este caballo quedó restringido a las localidades de las estribaciones de las Sierras de Urbasa y Andía, donde abundaban las pequeñas explotaciones agrarias y era utilizado como animal de tiro, carga y medio de transporte. Hoy en día se encuentra reducida a pequeños enclaves o municipios, que se ubican en las faldas de las Sierras de Urbasa, Andía y Aralar, además de otros núcleos alejados de su enclave natural (Aranguren, zonas próximas a Izalzu y Goizueta).

⁴ Pérez de Muniain, A. 1997. "La Jaca Navarra: hacia la recuperación de una raza autóctona". Navarra Agraria. Mayo-Junio: 41-43. ⁵ Luna, P. y Rota, T. 1914. Estudio Zootécnico de la ganadería de varias regiones españolas. Asociación de Ganaderos del Reino. Madrid. Imprenta Alemana-Fuencarral, 137. ⁶ Faelli, F. 1932. Razas Bovinas, Equinas, Porcinas, Ovinas y Caprinas. Ed. Revista Veterinaria de España. Barcelona. ⁷ Donézar Sarasibar, J. 1947. Caballos Navarros. I Congreso Veterinario de Zootecnia. Madrid. Sociedad Veterinaria de Zootecnia



Así mismo, se mantiene desde 1982 un núcleo de conservación y referencia de Jaca Navarra en la finca de Sabaiza gestionada por el INTIA S.A. (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias), cuyos antecedentes provienen de los años 30 cuando, en previsión de un descenso paulatino de la raza, se resguardó un pequeño rebaño. Concretamente, en 1937 se creó a tal fin la Yeguada Provincial en Urbasa, donde se adquirieron un lote de 14 yeguas y 1 semental.

Este lote de ganado permaneció en aquel recinto hasta 1980, año en el que se decidió aumentar el censo y trasladar los animales a una zona más idónea (finca del Patrimonio Forestal de Sabaiza) desde el punto de vista de su explotación en régimen ambiental durante todo el año (Pérez de Muniain, 1997⁸).

Entre las labores iniciales llevadas a cabo por el ITG, antes de plantear la fundación de la Asociación de Criadores de la Raza Equina Jaca Navarra (JACANA), se procedió al estudio de la situación censal de la raza. De este modo en 1995, el ITG registró un total de 250 hembras, presentes en un total de 16 explotaciones y tan sólo 11 de ellas poseían su propio semental.

Ya iniciadas las actividades de JACANA, se pudo recoger un censo de 350 ejemplares (20 machos y 330 hembras) distribuidas en 21 explotaciones, de las que únicamente 17 contaban con un semental (Pérez de Muniain y Villanueva, 2000⁹).

En el año 2001 (FAO, 2001), la población de Jaca Navarra cuenta con 251 hembras y 27 machos, clasificando la situación de la raza como estable aunque en peligro de riesgo. Este mismo año, se registraron en el Libro Genealógico un total de 237 hembras y 17 machos inscritos en el registro fundacional, al mismo tiempo que para 2003, el número de animales identificados en el registro de nacimientos era de 153 animales, de los que 135 y 18 correspondían a hembras y machos respectivamente. En la actualidad, se pueden distinguir dos zonas de influencia: en el noroeste de Navarra (Sierras de Urbasa, Andía y Aralar) y un núcleo de referencia mantenido por el Gobierno de Navarra a través del Instituto Técnico de Gestión ganadera (ITGg) en la finca de Sabaiza. Aunque de menor importancia y alejados de su enclave natural, cabría destacar los núcleos situados en el Valle de Aranguren, Mendigorriá, zonas próximas a Izalzu y Goizueta.

Actualmente se han registrado un total de 56 explotaciones, todas ellas integradas en la Asociación de Criadores de la raza (JACANA), siendo partícipes en las labores de recuperación y conservación de la raza que cuenta con un censo actualizado de 1.936 ejemplares inscritos en alguno de los registros del Libro Genealógico, entre los que aparecen 208 machos y 1.728 hembras.

⁸ Pérez de Muniain, A. 1997. "La Jaca Navarra: hacia la recuperación de una raza autóctona". Navarra Agraria. Mayo-Junio: 41-43. ⁹ Pérez de Muniain, A. y Villanueva, M. 2000. La raza Burguete: patrimonio genético y cultural a conservar. Navarra Agraria, 121: 44-48.

Teniendo en cuenta los animales en edad reproductiva (mayores a 2 años de edad), se estable un ratio de hembras por semental de 14,16. Este valor de la relación entre ambos sexos, no es excesivamente elevado, no obstante, teniendo en cuenta que se trata de una raza verdaderamente en peligro de extinción, el escaso número de sementales utilizados podría condicionar la cría consanguínea de los mismos, con la consiguiente pérdida de diversidad genética y el aumento de enfermedades que aparecen al favorecer la expresión de caracteres recesivos.

Es de especial interés reseñar la importancia del núcleo de referencia y conservación de Jaca Navarra, situado en la Finca de Sabaiza. La función actual de este rebaño es el mantenimiento en pureza de la raza y, en la medida de lo posible, la difusión de la misma. La finca de Sabaiza es propiedad de Gobierno de Navarra y está gestionada por el Departamento de Medio Ambiente.

1.3. Características productivas y relación con el medio ambiente

El sistema de explotación de esta raza tiene lugar en régimen extensivo; los rebaños hacen su vida durante todo el año en el exterior, bien en sierras, montes comunales o praderas, entre otros, recibiendo algo de forraje o pienso en épocas de duros inviernos. Sólo se recogen para realizar el destete de potros o aplicar alguna medida sanitaria de uso común, como pueden ser las desparasitaciones internas o externas.

A mediados de primavera el ganadero sube las yeguas a la sierra o al monte y a veces, de común acuerdo, juntas con la manada del Concejo. En el invierno la manada pasta en los terrenos circundantes de la población, aprovechando las hierbas del término concejil. El medio natural que rodea a estos animales es muy duro debido a las condiciones meteorológicas, tal como niebla, lluvia, nieve, hielo, frío, etc. que hace que la Jaca Navarra viva en un ambiente puramente natural. La alimentación de estos animales pasa por un par o tres meses de alimentación regular y nueve o diez meses de escasez de recursos, debido tanto al agostamiento de los pastos al final de verano como a las duras condiciones del invierno, del final de otoño y de principios de primavera. La cubrición y el parto tienen lugar en el monte, al aire libre. Los potros son destetados al bajar de los pastos de montaña, en octubre-noviembre.

2. LIBRO GENEALÓGICO DE LA RAZA JACA NAVARRA.

2.1. Características de la raza, prototipo racial y sistema de calificación.

2.1.1. Prototipo racial de la raza caballo Jaca Navarra.

El presente prototipo pretende recoger las características por las cuales se defina morfológicamente la raza caballo Jaca Navarra. Aunque la población actual de dicha raza presenta una morfología definida, es necesario implantar un programa de recuperación y conservación, dado el estado de amenaza que sufre, como consecuencia de la influencia de razas foráneas de mayor carácter productivo.

2.1.2.- Estándar o prototipo racial.

Consideraciones previas.

La raza Jaca Navarra está constituida como una agrupación equina adaptada a áreas de montaña, es rústica, fuerte y vigorosa, de gran longevidad y con mucho genio y temperamento: tendiendo a la elipometría, mediolínea y de perfil recto - subcóncavo.

Apariencia general.

Apariencia de animal vivaz, armónico, proporcionado, con tendencia a pequeño, considerado un poney cuya alzada oscila entre 1.22 y 1.36. Su desarrollo relativamente tardío, alcanzando su plenitud entre los tres-cuatro años. Alzada proporcionada a su longitud, y vientre desarrollado sin ser excesivamente recogido.

Piel, pelo y mucosas.

La piel delgada y fina a través de la cual se trasluce el sistema venoso periférico, lo mismo en cabeza como en tronco y extremidades.

La capa típica es la castaña, preferentemente tonos oscuros, careciendo en la mayoría de los ejemplares de blanco (estrellas, cordones, calzados...) en cara y extremidades.

Lengua y mucosas internas de color rosadas.

Cabeza y cuello.

Cabeza un poco voluminosa, aunque expresiva, de perfil recto o subcóncavo. Orejas pequeñas, ojos vivos de gran expresión, músculos de la cara muy marcados, con maseteros potentes y apófisis zigomáticas pronunciadas, ollares muy dilatados, labio superior fuerte de curva pronunciada y dotado de gracioso bigote en algunos ejemplares, así como labio inferior levemente caído por la influencia del continuo



pastoreo sobre hierba corta. Frente amplia y maxilares potentes aunque no muy engrosados.

Los dientes en la mayoría de los animales, tienen fuerte pigmentación, lo mismo a lo largo que en la superficie de desgaste, observándose en la generalidad de los casos un plano oblicuo anormal sobre los bordes anteriores de los incisivos superiores, merced al constante frote con la tierra en un pastoreo donde la vegetación resulta extremadamente corta.

Cuello de longitud media, forma piramidal y bien dotado de crinera regularmente poblada.

Pecho, espalda y tórax.

Pecho musculado, espaldas sólidamente unidas al tronco. Tórax profundo y costillares bien formados, dando la sensación de tonel.

Cruz, dorso y lomos.

Cruz no muy pronunciada y bien unida con el cuello. Dorso recto, con vientre más bien recogido. Lomos con tendencia a tomar anchura.

Grupa y cola.

Bonita en los animales bien nutridos, redondeada sin excesivo hundimiento en la parte superior, prolongándose su musculatura de arriba abajo, con indudable favor para la marcha ligera.

Cola bien insertada abundantemente dotada.

Órganos genitales y ubres.

Testículos normalmente desarrollados, bien descendidos y de correcta conformación anatómica.

En las hembras, ubres bien formadas, de correcta inserción, con pezones bien desarrollados y correctamente implantados. De color oscuro y ausencia de pilosidad.

Desarrollo corporal.

El formato debe tender a medio y proporcionado. De desarrollo más tardío respecto a otras razas más seleccionadas.

Muslos, nalgas, extremidades y aplomos.

Muslos y nalgas desarrollados y bien descendidos.

Extremidades finas de articulaciones proporcionadas y escasa cernejas. Fuertes y robustas, de radios superiores relativamente largos. Casco pequeño pero muy duro y compacto.



De aplomos casi perfectos , exceptuando que en algunos casos pecan por ser algo cerrados de corvejones.

CARACTERES ELIMINATORIOS.

De forma general, se considerará carácter eliminatorio toda tara hereditaria o malformación física evidente. Y, específicamente, los siguientes:

Prognatismo superior o inferior.

Coloración distinta a la norma en piel, y/o capa.

Alteraciones importantes en el aspecto general.

Hernias, monorquidia o criptorquidia.

2.1.3. Calificación morfológica.

Conforme a las exigencias del estándar racial, se realizará por la metodología de puntos y por valoración visual de los ejemplares

Los caracteres objeto de apreciación serán valorados con una puntuación de 0 al 10, con referencia a la siguiente escala de clasificación:

- Perfecto: 10 puntos.
- Excelente: 9 puntos.
- Muy bueno: 8 puntos.
- Bueno: 7 puntos.
- Aceptable: 6 puntos.
- Suficiente: 5 puntos.
- Insuficiente: Menos de 5 puntos.

La adjudicación de menos de 5 puntos a cualquiera de las regiones de valoración será causa de descalificación, sin que se tenga en cuenta el valor obtenido para las restantes.

Se estiman como puntos de apreciación o rasgos a considerar para la valoración de los ejemplares de raza jaca navarra los consignados en el cuadro adjunto. Cada uno de dichos parámetros tiene un coeficiente ponderativo de acuerdo con el grado de interés selectivo estimado, el cual se aplicará por los puntos asignados.

CARACTERES A CALIFICAR	COEFICIENTE	
	MACHO	HEMBRA
Cabeza y cuello	1	1
Pecho, espalda y tórax	1.5	1.5
Cruz, dorso y lomos	1	1
Grupa y cola	1.5	2.0
Muslos y nalgas	1.5	1
Extremidades y aplomos	1	1
Órganos genitales	0.5	0.5
Piel y pelo	0.5	0.5
Desarrollo corporal	1	1
Apariencia general	0.5	0.5
TOTAL	10	10

Los puntos asignados a cada parámetro, multiplicados por su respectivo coeficiente ponderativo y sumados en su totalidad, proporcionan su puntuación final. De acuerdo con ella, los ejemplares se califican en las clases que a continuación se indican:

CATEGORIA	PUNTUACIÓN	
	Machos	Hembras
Perfecto	100	100
Muy Bueno	81 a 99.99	81 a 99.99
Bueno	75 a 80.99	70 a 80.99
Aceptable	70 a 74.99	65 a 69.99
Insuficiente	< 70	< 65

Los machos con puntuación inferior a 70 puntos se considerarán no aptos, al igual que las hembras con menos de 65 puntos en su calificación morfológica.

2.2. Identificación de los animales inscritos en el libro genealógico.

Todos los animales que se inscriban en el Libro Genealógico oficial de la Raza deben estar identificados individualmente, preferiblemente a pie de madre, de conformidad con el derecho de la Unión en materia de sanidad animal sobre identificación y registro de animales de la especie equina, siendo obligatoria la presentación de un certificado de cubrición y declaración de nacimiento en el momento de la solicitud de su preinscripción,



que se realiza en la forma y plazo que se establece por la entidad gestora, y que se haga constar en el manual de procedimientos para ganaderos.

Además, para garantizar las genealogías de los animales inscritos en el libro genealógico se realizará un control de filiación obligatorio para todos los animales, mediante un análisis de marcadores genéticos de ADN.

Es obligatorio para los propietarios de los animales comunicar las bajas de ejemplares en sus ganaderías, según el procedimiento establecido en el manual de procedimientos de la asociación. En el caso de ser causada por la muerte del ejemplar, debe realizarse la comunicación cumpliendo los plazos establecidos por la normativa vigente a este respecto. Y si se trata de un cambio de titularidad, es recomendable realizar el cambio de titularidad de forma inmediata tras la venta.

2.3. Estructura del Libro Genealógico.

* Las inscripciones en el Libro Genealógico pueden hacerse a título de ascendencia o a título inicial, este último corresponde a los ejemplares que pueden inscribirse en el Registro Fundacional.

Respecto a la inscripción a título de ascendencia, pueden ser inscritos los animales nacidos a partir de yeguas “Jaca Navarra” registradas a título inicial o a título de ascendencia, cubiertas por sementales “Jaca Navarra” de igual condición, siempre que sea declarada la cubrición y el nacimiento.

Según Reglamento 2016/1012, el Libro tiene una Sección Principal, integrada por los Registros de Nacimientos, Definitivo, y el Registro Fundacional.

2.3.1 Sección Principal

2.3.1.1.- Registro de Nacimientos (R.N.).

En este Registro se incluirán las crías de ambos sexos descendientes de animales inscritos en el registro fundacional o definitivo, siempre que reúnan los siguientes requisitos:

Que posea las características propias de la raza.

Que no presente taras ni defectos.

Que el control reproductivo de las hembras ofrezca las suficientes garantías.

Que la solicitud de inscripción en este registro se presente antes del destete del potro-a.

2.3.1.2.- Registro Definitivo (R.D.).

En este Registro podrán inscribirse:

Los animales procedentes del RN.



Todos ellos, al cumplir la edad de **tres años**, tanto las hembras como los machos, superando en la calificación morfológica los 65 y 70 puntos respectivamente, igualmente causarán baja todos los reproductores, machos y hembras y la descendencia de los mismos, cuando pueda apreciarse condiciones hereditarias de baja fertilidad, fecundidad o deficientes cualidades maternas.

2.3.2.3.- Registro Fundacional (R.F.).

Podrán figurar en este Registro todos los animales machos y hembras a partir de los 2 años de edad y que cumplan las condiciones del prototipo racial.

La inscripción en este Registro se podrá admitir hasta el 30 de abril de 2.001. para las hembras y para los machos.

2.4. Sistema de Registro de ganaderías.

Las ganaderías se registrarán en el Libro genealógico con el Código oficial asignado a la explotación por el Servicio de Ganadería (REGA). Este código dispone de dos formatos, ambos aceptados en el Reglamento Interno, uno está formado por 3 dígitos numéricos, que identifican el municipio, dos letras fijas "NA", que se corresponde a la comunidad autónoma donde se ubica y 4 dígitos numéricos más, que identifican la explotación. Este código puede presentarse en este otro formato: ES31, que identifica el país y la comunidad, más 11 dígitos numéricos que informan sobre el municipio y la explotación.

A la vez se podrán utilizar otros códigos identificativos de la ganadería, en este caso se detallará su formato en el Reglamento Interno.

2.5. Medidas establecidas para garantizar la filiación o control de parentesco.

El control de filiación por análisis de marcadores genéticos será obligatorio para la inscripción de cualquier ejemplar en los registros del libro genealógico que así lo requiera, registros de reproductores de la Sección Principal. En este sentido, se constituirá un banco de datos a partir de las muestras biológicas recogidas en cada uno de los ejemplares inscritos, procediéndose a la realización de los pertinentes análisis genéticos, una vez sean solicitados por la oficina de gestión del libro



genealógico de la Asociación, a partir del genotipado por una batería de un mínimo de marcadores aprobados por la Comisión gestora del programa de conservación de la raza a recomendación del Centro cualificado de Genética que coordine dicho programa de conservación y del laboratorio de genética molecular animal (Nasertic).

2.6. Admisión de animales y material reproductivo para reproducción.

Dado el carácter de la situación de amenazada de la raza, los técnicos de la raza y el centro cualificado de genética animal, se reserva la posibilidad de limitar o prohibir el uso de un animalreproductor de raza pura y su material reproductivo, si dicho uso pusiera en peligro la conservación o diversidad genética de la raza.

3. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN GENÉTICA DE LA RAZA EQUINA “JACA NAVARRA”

Según el estado censal de la raza es preciso establecer un plan de conservación que tenga como objetivo global el mantenimiento de la variabilidad existente pero sin olvidar la promoción y mejora de la raza para hacerla competitiva en las circunstancias de mercado actuales en el ámbito de una conservación activa de la misma.

Para ello, tal y como manifiesta la Unión Europea al incentivar la PAC (Política Agraria Común) al ganadero de razas locales que mantienen animales en su sistema productivo tradicional, son preferibles los métodos de conservación *in situ* (cualquier iniciativa que favorezca la promoción y mantenimiento de la raza en su propio ambiente, evitando la pérdida de variabilidad), frente a los métodos *ex situ* (especialmente los métodos *in vitro* de mantenimiento del germoplasma). No obstante, si bien estos últimos son prioritarios cuando la situación de la población y las perspectivas a corto plazo sean muy negativas, como recoge la FAO en los últimos años, es deseable iniciarlos cuando aún la población está en una situación de variabilidad genética suficiente, siendo además un apoyo muy importante para los métodos *in situ* para frenar en lo posible la pérdida de variabilidad derivada del pequeño censo de estas poblaciones en situación de peligro.

El **seguimiento del Programa de Conservación** se realizará por parte de la **Comisión Técnica** cuyos miembros se indica en un apartado posterior de este Programa de Mejora. :

3.1.OBJETIVOS DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN

El objetivo principal de este Programa de Conservación es establecer las bases que permitan el desarrollo de un plan de preservación y recuperación como elemento indispensable en el ambiente rural en las que se desenvuelve la Jaca Navarra, especialmente un sistema de apareamientos que permita mantener la variabilidad, incrementando el censo de reproductores a la vez que se obtiene el máximo de productos. Se trataría por lo tanto de la **CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA RAZA EQUINA JACA NAVARRA, EL DESARROLLO DE MODELOS QUE PERMITAN EVITAR LA PERDIDA DE DIVERSIDAD GENÉTICA Y DE VARIABILIDAD COMO ESTRATEGIA CONSERVACIONISTA DE FUTURO Y LA PROMOCIÓN DE LA RAZA.** Para ello se deben abordar una serie de objetivos específicos:

- OBJETIVO 1:** Determinación del censo y distribución geográfica de los efectivos de la raza. Análisis de la estructura poblacional, en cuanto a parámetros demográficos y reproductivos. Y determinación del flujo de genes dentro de la raza.

- OBJETIVO 2:** Caracterización morfológica y zoométrica de la raza, actualización del patrón racial y propuesta de una ficha de Calificación Morfológica Lineal.

- OBJETIVO 3:** Caracterización genética y análisis de la variabilidad genética mediante marcadores genéticos.

OBJETIVO 4: Análisis de la variabilidad poblacional a partir del estudio genealógico del pedigrí y de los parámetros demográficos.

OBJETIVO 5: Determinación del número efectivo censal y genético y de los principales factores que lo están condicionando.

OBJETIVO 6: Determinación del nivel de parentesco genealógico y molecular entre los reproductores.

OBJETIVO 7: Desarrollo de estrategias para minimizar el incremento de consanguinidad mediante la maximación del número efectivo de reproductores y mediante la determinación de los apareamientos de mínimo parentesco.

OBJETIVO 8: Diseño y creación de un banco de germoplasma que asegure la preservación de la raza a largo plazo y apoye al programa de conservación *in situ*.

OBJETIVO 9: Diseño de un plan de actuaciones para promocionar la raza dentro del entorno rural donde se desarrolla.

OBJETIVO 10: Organización de un núcleo de control productivo y caracterización productiva de la población (actuaciones *in situ* y *ex situ*) y establecimiento de un programa de mejora genética de la raza.

3.2.METODOLOGÍA DE TRABAJO

OBJETIVO 1: Determinación del censo y distribución geográfica de los efectivos de la raza. Análisis de la estructura poblacional, en cuanto a parámetros demográficos y reproductivos. Y determinación del flujo de genes dentro de la raza.

Aunque el programa de conservación se realizará sobre la población de animales inscritos en la correspondiente Asociación de Criadores de la raza, es fundamental conocer el censo real de animales que pueden ser adscritos e incorporados a este programa. Así como paso previo a la realización de los diferentes objetivos propuestos en este Programa de Conservación es necesario determinar y verificar las diferentes explotaciones declaradas como poseedoras de un animal de la raza Jaca Navarra, siguiendo el protocolo de la FAO para la conservación de las poblaciones en peligro de extinción (FAO, 1999¹⁰). Este protocolo describe en una primera fase, la importancia de realizar una descripción general de la población a fin de recopilar una serie de información preliminar y de interés general que nos permita afrontar:

¹⁰ FAO. 1999. Secondary guidelines for development of National farm animal genetic resources. Management Plans. Measurement of Domestic Animal Diversity (MODAD): Working group Report. FAO. Roma.

- 1 La localización geográfica de todos los animales,
- 2 La verificación de un posible encuadre racial en una primera aproximación basándonos en su faneróptica (adecuación al estándar racial) y antecedentes genealógicos existentes,
- 3 El estudio de su evolución censal, situación actual y perspectivas de futuro.

Las demás propuestas descritas en el protocolo de la FAO, encaminadas a la caracterización racial, productiva y propuestas de conservación “in-situ” y “ex-situ”, serán abordadas y desarrolladas en profundidad, en el resto de objetivos de este Programa.

OBJETIVO 2: Caracterización morfológica y zoométrica de la raza, actualización del patrón racial y propuesta de una ficha de Calificación Morfológica Lineal.

Se han seleccionado un total de 22 variables morfológicas que serán estudiadas directamente sobre el animal en campo con el fin de conocer el nivel de variabilidad inicial existente en la población, y poder definir de forma clara y precisa los límites, tanto superior como inferior, de las variables que se incorporen a una posible ficha de Calificación Morfológica Lineal.

Para la selección de estas variables, se han tomado como referencia trabajos realizados por diversos investigadores en otras especies de producción cárnica (Van Steenbergen, 1989¹¹; A.N.A.B.I.C., 1994¹²) y en animales de la especie equina (Henk et al., 1993¹³; Mawdsley et al., 1996¹⁴; Miserani et al., 2002¹⁵), estando todas ellas relacionadas, tanto con la caracterización racial, como con el posterior rendimiento cárnico en el matadero, ya que permiten definir las características corporales del animal que posteriormente favorecen un mayor rendimiento a la canal.

Las variables morfológicas propuestas son: Alzada a la cruz (ALC), alzada a la mitad del dorso (AMD), alzada a la porción anterior de la grupa (AGA), alzada a la porción posterior de la grupa (AGP), alzada al nacimiento de la cola (ANC), altura al hueco subesternal (AHS), altura al corvejón (ACO), anchura de pecho entre encuentros (AP), anchura de pecho por fuera (APF), diámetro dorso-esternal (DD), diámetro bicostal (BD), diámetro longitudinal (DL), longitud del dorso (LDO), longitud del lomo (LLO), anchura del dorso (ADO), anchura del lomo (ALO), longitud de la grupa (LGR), anchura de la grupa en la porción anterior (ANGA), anchura de la grupa en la porción posterior (ANGP), anchura entre trocánteres (AGT), perímetro torácico (PT) y perímetro de la caña anterior (PCA). Para la recogida de la información en campo se

¹¹ Van Steenbergen, E. J. 1989. "Description and Evaluation of a Linear Scoring System for Exterior Traits in Pigs" 23: 163-181. ¹² A.N.A.B.I.C. 1994. Morphological valuation linear scoring system: general overview and regulations to fill in the scoring card. European Meeting for the Presentation of the Linear Scoring Systems on Beef Cattle Breeds. Paris. ¹³ Henk, M.; Van Bergen, J.M.; Van Arendonk, A.M., 1993. Genetic Parameters for linear type traits in Shetland Ponies. *Livestock Production Science*, 36 (1993):273-284. ¹⁴ Mawdsley, A., Kelly, E.P.; Smith, F.H and Brophy, P.O. 1996. "Linear assessment of the Thoroughbred horse: an approach to conformation evaluation." 28(6): 461-467. ¹⁵ Miserani, M.G.; McManus, C.; Santos, S.A.; da Silva, J.A.; Mariante, A.S.; Gomes Pinto de Abreu, U., 2002. Avaliação dos fatores que influem nas medidas lineares do cavalo pantaniero. *Rev. Bras. Zootec.* Vol. 31 suppl.0. Enero/ febrero 2002.

utilizarán las referencias y metodología de Von Den Driesch (1976)¹⁶ y Aparicio et al. (1986)¹⁷. A partir de estas medidas zoométricas se podrán estimar los índices corporales que nos permitan definir la conformación carnífera de la raza. Los índices propuestos son (Aparicio, 1960¹⁸; Cantalapiedra, 2003¹⁹): índice de proporcionalidad relativa del tórax

(IPRT), índice corporal (IC), índice de proporcionalidad (IP), índice torácico (IT), índice dactilo-torácico (IDT), índice dactilo-costal (IDC), índice de espesor de la caña (IECN), índice pelviano (IPV), índice pelviano longitudinal (IPL) e índice pelviano transversal (IPT).

OBJETIVO 3: Caracterización genética y análisis de la variabilidad genética mediante marcadores genéticos.

La importancia que, desde el punto de vista de la producción animal, han tenido los Marcadores Genéticos radica en su aplicación a la identificación individual y al control de filiación, al garantizar la fiabilidad de los documentos genealógicos, material fundamental para emprender las tareas de conservación y mejora de las razas. En la actualidad, el gran desarrollo de las técnicas moleculares de análisis del polimorfismo del ADN está permitiendo la detección rápida y fiable de la variabilidad genética entre animales, razas y especies. En el caso de razas con registros genealógicos aún poco profundos, como es el caso de la Jaca Navarra, es especialmente útil a la hora de establecer los apareamientos de mínimo parentesco (a través de la estimación del parentesco molecular). Finalmente el establecimiento de un perfil genético permitirá contar con una herramienta de apoyo para la discriminación del nivel de pureza de los animales problema (animales sin antecedentes genealógicos claros o/y con una morfología sospechosa de cruzamiento con otras razas).

Hoy día los microsatélites se consideran los marcadores más efectivos para los estudios de variabilidad genética, así como en el control de filiación además de para otras muchas otras aplicaciones que son debidas a las propiedades que presentan (Jarne and Lagoda, 1996).

El control de paternidad, a partir de un panel de 17 microsatélites, serán realizado por el Laboratorio de NASERTIC (Navarra de Servicios y Tecnologías S.A.). Con ello se podrá confirmar los registros genealógicos. Y el Laboratorio de Diagnóstico Genético y Veterinario del grupo MERAGEM realizará el genotipado para los genes MC1R (Receptor I de la melanocortina), ASIP (*Agouti signaling protein*) y MATP (*Membrane Associated Transport Protein*).

A partir de las secuencias génicas se abordará el análisis de la estructura poblacional de la Raza. Para lo cual se calculará:

¹⁶ Von Den Driesch, A., 1976. A guide Genetic Applied to Livestok Production, Madrid. vol. 2 37

¹⁷ Aparicio, J.B.; del Castillo, J.; Herrera, M., 1986. Características estructurales del caballo español tipo andaluz. Publicaciones del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ed. Artes Gráficas Clavileño. Madrid. ¹⁸ Aparicio, G., 1960. Zootécnia Especial. 4ª Edición. Ed. Imprenta Moderna. Córdoba. ¹⁹ Cantalapiedra, J.J., 2003. Caracterización Genética, etnológica y productiva de la Raza Bovina Rubia Gallega. Aplicación al programa de Mejora Genética. Tesis de Licenciatura. Universidad de Santiago de Compostela.

1. El nivel de variabilidad genética a partir del análisis del ADN nuclear:
 - La diversidad alélica (número de alelos existentes en esa población para cada locus).
 - La heterocigosidad observada (proporción de individuos heterocigotos).
 - La heterocigosidad esperada (bajo equilibrio Hardy-Weinberg).
2. El análisis de la estructura poblacional:
 - Estadísticos F de Wright
3. El flujo genético entre posibles subpoblaciones en la Raza
 - Número de migrantes

Finalmente se determina la posible presencia de cuellos de botella en la variabilidad genética en los últimos años y la posible diferenciación de las subpoblaciones debido a la deriva genética (debido al pequeño tamaño de estas subpoblaciones).

OBJETIVO 4: Análisis de la variabilidad poblacional a partir del estudio genealógico del pedigrí y de los parámetros demográficos.

El análisis genealógico nos proporciona información muy importante sobre la estructura de la población, el flujo genético, los niveles de parentesco entre los reproductores, la evolución de la consanguinidad o la gestión de apareamientos que se está llevando a cabo en la raza. Los parámetros que serán calculados son:

- **Intervalo Generacional (IG):** definido como la edad media de los padres al nacimiento de los descendientes que van a ser utilizados como reproductores (James, 1977²⁰).
- **Profundidad/calidad del pedigrí:** calculada como la proporción de ancestros conocidos en cada generación conocida (MacCluer et al., 1983²¹).
- **Número de generaciones equivalentes (ge)** para cada individuo, definido como la suma de $(\frac{1}{2})^n$ donde n es el número de generaciones que separan el individuo de cada ancestro conocido (Boichard et al., 1997²²).
- **Número de fundadores:** Antecesores con padre y madre desconocidos (Lacy, 1989).
- **Número de ancestros** (Boichard *et al.*, 1997): individuos que tiene influencia en la población por aportar una parte de la variabilidad genética encontrada en la misma.
- **Número efectivo de fundadores (fe)** (Lacy, 1989²³), se define como el número de fundadores que, si contribuyeran de forma uniforme, producirían la misma variabilidad genética existente en la población en estudio.

²⁰ James, J.W. 1977. A note on selection differentials and generation length when generation overlap. Anim. Prod. 24:109-112.

²¹ MacCluer, J.; Boyce, B.; Buke, L.; Weitzkamp, D.; Pfenning A.; Parsons, C. 1983. Inbreeding and pedigree structure in Standardbred horses. J. Heredity 74: 394-399. ²² Boichard, D.; Maignel, L.; Verrier, E. 1997. The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. Genet. Sel. Evol., 29, 5-23.

- **Número efectivo de ancestros** (f_a) (Boichard *et al.*, 1997), es el número mínimo de ancestros, no necesariamente fundadores, que explicarían la variabilidad genética presente en la población en el momento del estudio.
- **Coefficiente de consanguinidad** (F), definido como la probabilidad de que un individuo presente dos genes idénticos por descendencia (Malécot, 1948²⁴).
- **Coefficiente de relación media** (AR), es la probabilidad que un alelo elegido al azar en toda la población pertenezca a un individuo dado (Gutiérrez *et al.*, 2003²⁵).

Todos estos análisis se realizarán con el programa ENDOG, v4.5. (Gutiérrez y Goyache, 2005²⁶).

Además, se realizará un análisis de flujo de genes entre ganaderías y una clasificación de las mismas. Existen diferentes tipos de ganaderías según su estrategia de cría. Así, siguiendo la metodología de Vasallo *et al.* (1996)²⁷, podemos clasificarlas del siguiente modo:

- Ganaderías Núcleo (N): Son aquellas en las que el criador utiliza únicamente sus propios sementales en la cría, no usa los sementales de otras ganaderías aunque sí venden reproductores.
- Ganaderías Multiplicadoras (M): En ellas el criador además de utilizar sementales de otras ganaderías pone a la venta los suyos propios.
- Ganaderías Comerciales (C): Estas ganaderías utilizan únicamente sementales externos. Se abastece de la genética de otras ganaderías sin ofrecer sus productos a los demás.

De la misma forma la información genealógica (complementada con la información recogida directamente del ganadero mediante formularios de recogida de información pertinente) permitirá determinar parámetros demográficos de gran importancia para la toma de decisiones en el ámbito de un programa de conservación:

- o Pirámide de edades por estrato o categoría de pureza,
- o Tasa de reposición y desvieje, edad media de los reproductores
- o Relación N° de machos/N° de hembras
- o Tasas de reposición
- o Parámetros reproductivos (edad al primer parto, edad de desvieje, vida media productiva, ...).

²³ Lacy, R.C. 1989. Managing genetic diversity in captive populations of animals. In Restoration of Endangered Species (ed. M.L. Bowles & C.J. Whelan), pp. 63-89. Cambridge University Press. ²⁴ Malécot, G. 1948. Les Mathématiques de l'Hérédité. Masson et Cie, Paris. ²⁵ Gutiérrez, J.P., Altarriba, J., Díaz, C., Quintanilla, R., Cañón, J., Piedrafita, J. (2003) Pedigree analysis of eight Spanish beef cattle breeds. Genet. Sel. Evol., 35, 43-64. ²⁶ Gutiérrez, J.P., Goyache, F. 2005. A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. J. Anim. Breed. Genet., 122, 357-360 ²⁷ Vassallo JM, Díaz C, García-Medina JR, 1986. A note on the population structure of the Avileña breed of cattle in Spain, Livest. Prod. Sci. 15: 285-288.

OBJETIVO 5: Determinación del número efectivo censal y genético y de los principales factores que lo están condicionando.

A partir de la información censal se puede estimar el denominado Número Efectivo, uno de los parámetros más importantes en el ámbito de la conservación de razas ya que va a definir el incremento de consanguinidad esperado en las próximas generaciones (y por tanto la pérdida de variabilidad). No obstante, la formulación clásica asume unos supuestos que con mucha probabilidad no se cumplen en esta raza (número diferente de reproductores de cada sexo, apareamientos diferenciales, diferencias en la fertilidad etc.), por lo que se calculará siguiendo cuatro metodologías diferentes:

Utilizando la varianza del tamaño familiar (Hill, 1979²⁸).

N_e , obtenido mediante el incremento de consanguinidad (ΔF). El incremento de consanguinidad entre dos generaciones ($F_t - F_{t-1}$) se halla usando el coeficiente de regresión (b) sobre el año de nacimiento del grupo de individuos tomados en consideración (población de referencia). Una vez estimada la consanguinidad media de la población de referencia, se podrá estimar posteriormente el tamaño efectivo.

A partir del incremento de consanguinidad individual (Gutiérrez et al., 2008²⁹). El primer paso es obtener el incremento de consanguinidad individual (ΔF_i) (Maignel et al., 1996³⁰). Posteriormente se halla el incremento de consanguinidad medio

de la población de referencia en estudio y finalmente obtenemos el tamaño efectivo. Esta forma de obtener el tamaño efectivo depende de la política de apareamientos reflejada en la genealogía de cada individuo de la subpoblación de referencia y permite acompañar el valor estimado de un error estándar.

Por último se realizará el cálculo de este parámetro a partir de la información molecular mediante la metodología de desequilibrio de ligamiento (Hill, 1981³¹; Waples, 1991³²)

OBJETIVO 6: Determinación del nivel de parentesco genealógico y molecular entre los reproductores.

La forma más eficiente de frenar la pérdida de variabilidad es establecer un plan de apareamientos adecuado. Pero para ello es necesario estimar el parentesco entre los posibles reproductores (responsable de la consanguinidad de las crías). El coeficiente de parentesco puede obtenerse fácilmente si se dispone de información genealógica fiable. En razas donde no existe información genealógica o la información de la que se dispone es poco profunda y poco fiable, se han desarrollado métodos indirectos para

²⁸ Hill, W.G. 1979. A note on effective population size with overlapping generations. *Genetics*, 92, 317-322. ²⁹ Gutiérrez, J.P., Cervantes, I., Molina, A., Valera, M., Goyache, F. 2008. Individual increase in inbreeding allows estimating effective sizes from pedigrees. *Genetics Selection Evolution*, 40: 359-378. ³⁰ Maignel, L., Boichard, D., Verrier, E. 1996. Genetic variability of French dairy breeds estimated from pedigree information. *Interbull Bulletin*, 14, 49-54. ³¹ Hill, W.G. 1979. A note on effective population size with overlapping generations. *Genetics*, 92, 317-322. ³² Waples, R. S. 1991. Genetic methods for estimating the effective size of Cetacean populations. *Report of the International Whaling Commission Special Issue*. 13. 279-300.

estimar el grado de parentesco entre los individuos (Ritland, 2000³³), siendo el más destacado el parentesco molecular basado en marcadores genéticos neutros como los microsatélites (Lynch y Ritland, 1999³⁴).

Dentro de estos existen dos tipos, los que determinan la probabilidad de que exista un determinado grado de parentesco entre dos individuos (pe. padre-hijo, hermanos etc.) (Thomas y Hill, 2000³⁵) y los que estiman el grado de parentesco como una variable cuantitativa (Milligan, 2003) definida en términos de probabilidad de identidad por descendencia.

En nuestro caso utilizaremos el estimador “R” (total relatedness estimate) definido por Wang (2002)³⁶ a partir de los estimadores Phi y Delta (Lynch y Ritland, 1999), que es bastante estable frente a variaciones en el número de alelos por locus y a variaciones en la distribución de frecuencias de estos, además de ser independiente del tamaño poblacional y de las relaciones de parentesco previas, y de disminuir consistentemente las varianzas de muestreo con el incremento del número de loci.

OBJETIVO 7: Desarrollo de estrategias para minimizar el incremento de consanguinidad mediante la maximización del número efectivo de reproductores y mediante la determinación de los apareamientos de mínimo parentesco.

En este objetivo se establecerán las herramientas necesarias para asegurar el mantenimiento de la variabilidad genética de la Raza, utilizando los parámetros calculados en los objetivos anteriores.

1. Maximización del tamaño efectivo de la población.

Cuando la predicción de N_e tiene en cuenta múltiples generaciones, la maximización de N_e se vuelve equivalente a la maximización de la diversidad genética. Para maximizar el tamaño efectivo de población y asegurar que tantos animales como sea posible contribuyan con descendientes a la siguiente generación, y así garantizar que el incremento de la consanguinidad por generación sea mínimo. Se establecerán las siguientes estrategias de actuación:

- a) Incrementar el número efectivo para disminuir el desequilibrio entre machos y hembras, aumentando el número de los primeros.
- b) Estandarizar el tamaño de familia, minimizando su varianza ($\sigma^2 k$). Se establecerá un esquema de apareamientos que permita el uso de todos los ancestros fundadores de la raza de forma que cada uno obtenga una descendencia que represente la contribución genética de ese ancestro a la población actual.

³³ Ritland, K. 2000. Marker inferred relatedness as a tool for detecting heritability in nature. *Mol. Ecol.* 9: 1195-1204. ³⁴
Lynch, M. and K. Ritland, 1999. Estimation of pairwise relatedness with molecular markers. *Genetics* 152:1753-1766. ³⁵
Thomas, S.C.; Hill, W.G. 2000. Estimating quantitative genetic parameters using sibships reconstructed from marker data. *Genetics*, 155: 1961-1972. ³⁶
Wang, J. 2002. An estimator for pairwise relatedness using molecular markers. *Genetics*, 160: 1203-1215.

c) Disminuir el incremento de consanguinidad a la siguiente generación. Recordando que la consanguinidad de los hijos es el parentesco de los padres, es fácil comprender que la estrategia de minimizar el parentesco también sea efectiva en el control de la consanguinidad. Este método de cría mantiene niveles máximos de diversidad alélica debido a su tendencia a igualar las frecuencias de todos los alelos de un locus.

2. Minimización del coeficiente de parentesco medio

Además de la actuación sobre el tamaño efectivo de la población se propondrán estrategias que busquen el mínimo grado de parentesco medio en cada generación, maximizando el número de genomas equivalentes, es decir minimizando la varianza de la contribución de todas las generaciones anteriores a la actual.

La idea es que el parentesco entre dos individuos es una medida de la proporción de información genética que comparten (Ballou y Lacy, 1995³⁷). Por ello la información que lleva un grupo de parientes cercanos es redundante y la mayor cantidad de variabilidad genética la observaríamos en poblaciones donde el parentesco promedio fuera mínimo. Así, se ha podido demostrar que la mejor estrategia en programas de conservación es determinar las contribuciones de cada parental a la siguiente generación minimizando el parentesco promedio global ponderado por dichas contribuciones (Frankham et al., 2002³⁸). De esta manera, los individuos muy relacionados con el resto de la población estarán penalizados, mientras que aquellos individuos poco relacionados serán favorecidos dejando más descendientes. Esta formulación permite incluir cualquier tipo de restricción de tipo fisiológico o de manejo y, por tanto, puede aplicarse en situaciones no regulares que los métodos anteriores no podían abordar, como es el caso de la inclusión de los animales portadores de genes no deseables (Ej. un determinado color de la capa).

Así pues se determina el número de hijos a generar de cada padre potencial y/o el esquema de apareamientos óptimos para que se mantenga la máxima variabilidad genética y los mínimos niveles de consanguinidad. La optimización incluirá las restricciones propias de las poblaciones estudiadas, incluida la posibilidad de intercambiar o no individuos entre ganaderías/subpoblaciones dentro de la raza. Para ello, se utilizarán los métodos de la minimización del parentesco promedio (Fernández et al., 2003³⁹).

Así mismo, debido a que la medida de la diversidad genética más utilizada es la heterocigosidad esperada en la población (diversidad génica), se buscarán las estrategias óptimas para maximizar el parámetro junto con el desarrollo de estrategias para el manejo de la diversidad alélica. Los procedimientos de manejo son:

³⁷ Ballou, J.D.; Lacy, R.C. 1995. Identifying genetically important individuals for management of genetic variation in pedigreed populations. In: Population Management for Survival and Recovery: 76-111 (J. D. Ballou, M. Gilpin, T.J. Foose, Eds.). Columbia University Press, New York. ³⁸ Frankham, R.; Ballou, J.D.; Briscoe, D.A. 2002. Introduction to conservation genetics. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. ³⁹ Fernández, J.; Toro, M.A.; Caballero, A. 2003. Robustez de los métodos de control de la consanguinidad en poblaciones de censo reducido ante situaciones prácticas. Jornadas de Producción Animal. AIDA 2003.

- o *Pedigree de mínimo parentesco.*
- o *Diversidad alélica en padres.* Según esta estrategia se seleccionan los padres con el objetivo de generar una descendencia con la más alta diversidad alélica.
- o *Diversidad alélica esperada de los padres.* Mediante una función se determinará el número de alelos que no serán transmitidos a la descendencia.
- o *Diversidad génica de padres.* Se calculará la heterocigosidad esperada para los loci marcados en la descendencia mediante la frecuencia alélica de los padres.
- o *Diversidad alélica en la descendencia.* Consiste en generar un número igual de descendientes por padres. Las parejas serán asignadas al azar pudiendo después cruzarse con otros. El grupo de descendencia seleccionado será el que tenga la mayor diversidad alélica para los loci marcados.
- o *Diversidad génica de la descendencia.* Esta estrategia es similar a la anterior excepto que el criterio de selección es la heterocigosidad esperada y calculada con las frecuencias de la descendencia seleccionada con los loci marcados.
- o También se podrá utilizar un pedigree con un grado mínimo de parentesco como una estrategia basada en la información genética de los descendientes.

OBJETIVO 8: Diseño y creación de un banco de germoplasma que asegure la preservación de la raza a largo plazo y apoye al programa de conservación *in situ*.

Dentro de las estrategias de conservación englobadas bajo la denominación de “conservación *ex situ*” (mantenimiento fuera del hábitat natural de la población) una herramienta muy potente es la de los bancos de recursos zoogenéticos o bancos de germoplasma. Un banco de germoplasma se define como el lugar establecido para la conservación de embriones, tejidos o células reproductivas de plantas o animales. Es decir, es el almacén de material genético de determinadas especies, subespecies, ecotipos o razas, que es realizado con fines de conservación y posible uso futuro mediante programas de reproducción asistida.

La aplicación más inmediata es la de utilizarlo como “copia de seguridad” con vistas a que el material recogido permita la reconstitución por pérdida de la población original. Otros objetivos típicos son el de reorientar la evolución de una población cuando la selección (natural o artificial) haya hecho divergir sus características de las deseadas, o servir de complemento a la población viva incrementando el número de reproductores disponibles y, por tanto, el censo efectivo. Para cualquiera de estos objetivos el criterio fundamental es el de la maximización de la diversidad genética mantenida en el banco, siendo una muestra representativa de toda la variabilidad que se observa en la población.

Si existen datos genealógicos o las relaciones entre individuos pueden ser inferidas a través de la información molecular se puede realizar un control más preciso de la diversidad mantenida realizando una recolección diferencial entre los posibles donantes, de manera que las contribuciones de cada donante sean proporcionales al

parentesco entre ellos. De esa manera se debe recoger muchas muestras de un individuo poco emparentado con los demás, porque debe llevar información genética específica, mientras que de un individuo muy emparentado se deberán coger pocos o ninguna muestra porque su información es redundante con la que apartan el resto de animales.

En ocasiones la población que se maneja presenta alguna característica controlada genéticamente que es preciso mantener. En estas situaciones la elección de donantes para el banco de genes se podría realizar en base a los fenotipos de los individuos o su valor mejorante estimado, pero evitando la reducción drástica de la diversidad genética general que se produciría si se cogen pocos donantes. Cuando se conoce el gen (o genes) específico(s) que controla(n) el carácter, se puede plantear realizar la selección de donantes basándose en que posean un alelo, genotipo o haplotipo característico. Es el caso del color de la capa en esta Raza, que determina la inclusión o no de los ejemplares en el Libro Genealógico. La idea general es mantener en el banco una frecuencia determinada de cada uno de las variantes encontradas en la naturaleza para ese locus (o conjunto de loci). Fernández et al. (2006)⁴⁰ propusieron que la contribución al banco de cada candidato se decidiese mediante la minimización de un índice cuadrático equivalente a la diferencia (elevada al cuadrado) entre las frecuencias deseadas y las que realmente se mantienen en el banco bajo ese esquema. Independientemente del criterio para el locus de interés, el banco debería maximizar la diversidad genética mantenida en loci no ligados al mismo, especialmente en poblaciones amenazadas. Se hace, pues, necesario incluir en la función objetivo un término relacionado con la diversidad genética.

OBJETIVO 9: Diseño de un plan de actuaciones para promocionar la raza dentro del entorno rural donde se desarrolla.

Será preciso diseñar un plan de actuaciones que tenga en cuenta tanto la conservación *in situ* como la conservación *ex situ*.

1. CONSERVACIÓN IN SITU

La conservación *in situ*, como método de conservación activa, incluye todas aquellas acciones que garanticen el mantenimiento, promoción y mejora de la raza explotada en su ambiente característico:

1. Proteger urgentemente la población existente

El número de animales pertenecientes a la raza Jaca Navarra actualmente es muy bajo, siendo prácticamente imposible localizar nuevos individuos de cierta calidad genética. Es por tanto fundamental evitar que se vendan para carne animales puros. Así, desde el punto de vista del número de animales que están actuando como reproductores y del ratio semental/yegua, habría que proponer acciones para maximizar el tamaño efectivo de la población y asegurar que tantos animales como sea posible contribuyan con descendientes a la siguiente generación, y así garantizar que el incremento de la consanguinidad por generación sea mínimo. Las acciones propuestas son:

⁴⁰ Fernández J, Roughsedge T, Woolliams JA, Villanueva B. 2006. Optimization of the sampling strategy for establishing a gene bank: storing PrP alleles following a scrapie eradication plan as a case study. *Animal Science* 82: 813-821

- a) Incrementar el número efectivo disminuyendo el desequilibrio entre machos y hembras.
- b) Estandarizar el tamaño de familia, minimizando su varianza.

2. Desarrollo de estrategias para la utilización de estos recursos genéticos frenando la erosión genética:

1 Desarrollo de un sistema de cría que mantenga al máximo la variabilidad genética de la población fundadora, evitando cuellos de botella y la consanguinidad, siendo recomendable para ello el diseño de un sistema de apareamientos dirigidos. La optimización incluirá las restricciones propias del sistema de cría de la Jaca Navarra, incluida la posibilidad de intercambiar o no individuos entre ganaderías dentro de la raza.

3. Establecimiento de programas para la promoción.

El declive de la raza Jaca Navarra, se ha producido tanto por una falta de competitividad de sus productos como por la desaparición del sistema productivo y del medio ecológico que lo sustentaba. Por lo tanto, cualquier estrategia que determine un valor añadido de la producción va a contribuir a la detención e inversión de la tendencia actual al incrementar el número de efectivos, favoreciendo el flujo genético y controlando la pérdida de variabilidad, a la vez que incrementaría el número de ganaderos lo que permitiría el asociacionismo, la disminución de costes y la revalorización de sus productos y utilidades. Entre las posibles medidas de promoción que permitirían este cambio de tendencia podemos destacar:

- 1 Mejora de las infraestructuras y de la asistencia técnica
- 2 Potenciación del Centro de Recuperación de INTIA S.A.
- 3 Difusión de las características de sus aptitudes, mediante el desarrollo de programas de promoción de las razas a través de ferias, concursos, programas en medios de comunicación, demostraciones, etc.
- 4 Actividades de formación para los ganaderos y técnicos de la Asociación de Criadores.
- 5 Elaboración de metodologías de trabajo para el control de los apareamientos, la recogida de información, el control de rendimientos, etc.
- 6 Optimización del sistema productivo.

Las anteriores medidas propuestas para la promoción de las razas equinas de aptitud cárnica deben complementarse con acciones encaminadas a la preservación, tal y como recomienda la FAO en la Acción Concentrada BIOC4-CT96-0197: La creación de un banco de germoplasma, y la potenciación del núcleo de INTIA S.A. como “ecoparque” y como núcleo de control productivo de la Raza.

2. CONSERVACIÓN EX SITU

La conservación *ex situ* es un componente necesario de toda política de conservación de la diversidad biológica, especialmente cuando las presiones sobre el medio natural son muy elevadas y no es posible garantizar la conservación en sus hábitats naturales de las especies más amenazadas o de distribución reducida, así como de

determinadas variedades agrícolas o razas ganaderas que también se encuentran en peligro de desaparición.

- 1 **Potenciación del Núcleo de INTIA S.A. como granja-parque y como núcleo de control productivo de la Raza.**
- 2 **Creación de un Banco de Germoplasma (Crioconservación)**

OBJETIVO 10: Organización de un núcleo de control productivo y caracterización productiva de la población y establecimiento de un programa de mejora genética de la raza.

En poblaciones ganaderas es habitual que se tenga también como objetivo el mejorar la expresión de algún carácter de interés económico. Es decir la población estará sometida a un programa de selección para dichos caracteres. Así razas locales pueden aumentar las probabilidades de supervivencia si consiguen asociarse a la expresión de un determinado carácter. En cuanto la Raza salga de la situación de amenaza severa debe empezar a implementar un programa de mejora genética para garantizar su sostenibilidad y poder mantenerse a lo largo del tiempo.

En la raza Jaca Navarra existen una serie de características morfológicas y productivas que vienen siendo seleccionadas de manera más o menos explícita. No obstante, cualquier acción que se tome para obtener una respuesta más rápida (por ejemplo, aumentar la intensidad de selección seleccionando un menor número de reproductores o usar información de parientes para obtener estimas más precisas) lleva asociado una pérdida mayor de variabilidad y un aumento más rápido de la consanguinidad. Es por ello que es fundamental el control de la variabilidad genética de la población.

Existe una amplia teoría sobre metodología para equilibrar las dos tendencias, respuesta y variabilidad, en una población de mejora. Actualmente hay consenso de que la mejor estrategia consiste en la optimización de una función en la que se tiene en cuenta a la vez (con signos opuestos) la respuesta esperada y el aumento en consanguinidad a través del parentesco global (método de **Optimal Contributions**, Meuwissen 1997⁴¹). Se puede de esa manera fijar una tasa de consanguinidad máxima que estamos dispuestos a aceptar y el método determina las contribuciones que maximizan la ganancia genética para el carácter cumpliendo la restricción.

Para ello se determinaron las contribuciones óptimas a la siguiente generación de los caballos candidatos usando un programa escrito en FORTRAN que utiliza un algoritmo de "*simulated annealing*" para encontrar la solución que maximizase la respuesta a la selección esperada (media ponderada del valor mejorante de los seleccionados) para diferentes restricciones en la máxima tasa de consanguinidad aceptada.

En el caso de la raza Jaca Navarra, se puede incluir el valor genético para caracteres relacionados con la conformación, utilizando el sistema de Calificación Morfológica Lineal descrito en el objetivo 2, el crecimiento (puesta a punto de un sistema de pesadas en distintos momentos productivos como nacimiento, destete, entrada en cebadero y entrada en matadero) e incluso la calidad de la canal o la carne.

⁴¹ Meuwissen, T.H.E. 1997. Maximizing the response of selection with a predefined rate of inbreeding. Journal of Animal Science, v.75 p.934-940,



En una primera fase proponemos incluir únicamente caracteres relacionados con la conformación para posteriormente sustituirla por la valoración morfológica de la aptitud carnífera a partir de caracteres morfológicos lineales. En una segunda fase se deberían incorporar objetivos relacionados con el crecimiento de los potros. Dada la situación de la raza se propone un núcleo de control productivo muy simplificado, en el que se controlé al menos el peso al destete de los potros, y los caracteres fertilidad, prolificidad y carácter maternal (supervivencia de las crías) en las madres.

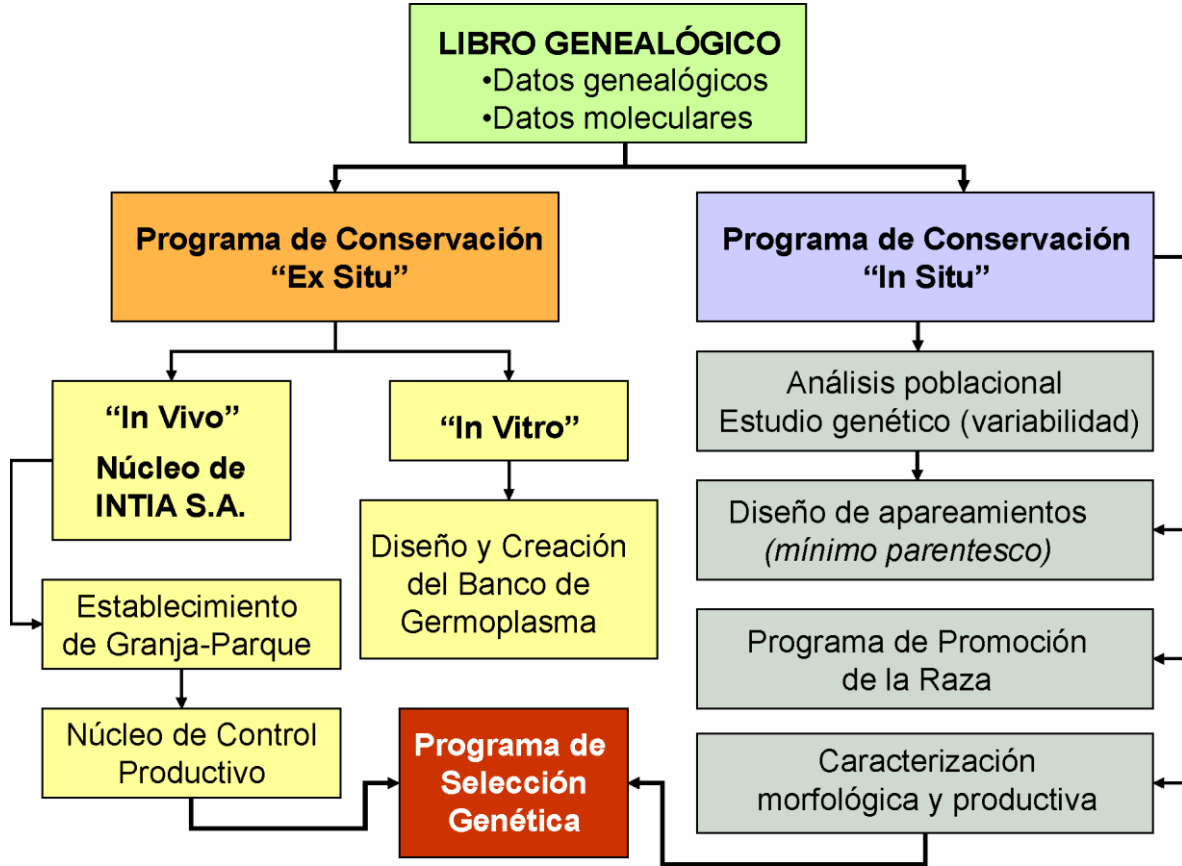
Finalmente se podrían abordar otros caracteres relacionados con la calidad de la canal y de la carne (siempre que exista la posibilidad de organizar el control productivo de forma eficiente y barata).

ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA DE MEJORA (MODALIDAD DE CONSERVACIÓN GENÉTICA)

Según los objetivos propuestos en el Programa de Mejora se presenta la propuesta organizativa del programa reseñando **las 10 fases** según temporización:

- 1) Caracterización del nivel de riesgo real de la población a nivel censal y de los condicionantes a esta situación (estructura de la población y parámetros demográficos).
- 2) Caracterizar el nivel de variabilidad genética de la Raza a partir de los análisis genealógicos y moleculares.
- 3) Caracterizar morfológicamente a la población, estableciendo un sistema de Calificación Morfológica Lineal en el que se establezcan una serie índices conformacionales de nos permitan definir la calidad carnicera de la raza.
- 4) Establecer las medidas necesarias para incrementar en lo posible el número efectivo de la población (de tipo sanitario, organizativo, favorecer el incremento del intercambio de reproductores etc.).
- 5) Evaluar la situación genética de cada explotación y determinar las recomendaciones para frenar el incremento de consanguinidad o las actuaciones en caso necesario (programa de intercambio de machos o uso de inseminación artificial).
- 6) Realizar una selección de los reproductores y de los apareamientos de mínimo parentesco para cada explotación a partir de la información genealógica, molecular y productiva (conformación carnicera y peso al destete).
- 7) Realizar una selección de los reproductores machos que retengan la máxima variabilidad a la vez que permitan una mejora genética de los criterios de selección de la raza. Estos serán propuestos como donantes de semen con la doble finalidad de apoyar la conservación *in situ* (inseminación artificial) a la vez que constituirían los fundadores del banco de germoplasma de la raza, asegurando su preservación a largo plazo.
- 8) Paralelamente se debe establecer un programa de difusión de la raza y búsqueda de algún valor añadido de su cría en relación con las otras razas equinas de producción cárnica las que compita y que permita incrementar el número de ganaderos y las actividades en común que estos realicen.
- 9) Convertir el Centro localizado en Sabaiza de INTIA como granja-parque y como centro de testaje, que actuará como núcleo conector a partir de la cesión de machos de referencia y la fecundación de sus yeguas a partir se sementales candidatos de las explotaciones ganaderas de la Raza.
- 10) Si la recuperación censal y genética lo permite se podría establecer un programa de mejora genética clásico.

DIAGRAMA DEL PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA DE LA RAZA EQUINA “JACA NAVARRA”



DIRECCIÓN TÉCNICA Y COMISIÓN GESTORA DEL PROGRAMA DE MEJORA (MODALIDAD DE CONSERVACIÓN GENÉTICA) DE LA RAZA EQUINA “JACA NAVARRA”

La Dirección Técnica del Programa de Mejora (Conservación) de la Raza Equina “Jaca Navarra” recae sobre el personal del grupo de Investigación Meragem (Grupo AGr-158 del Plan Andaluz del Investigación, Desarrollo e Innovación de la Junta de Andalucía) formado por personal del Departamento de Ciencias Agroforestales de la ETSIA de la Universidad de Sevilla y de los Departamentos de Genética y de Producción Animal de la Universidad de Córdoba, siendo la Directora Técnica del Programa la Dra. M^a Mercedes Valera Córdoba, Profesora Titular de la Universidad de Sevilla.

Para el seguimiento de este programa se establecerá una Comisión Gestora formada por:

- El Presidente de JACANA (Asociación de Criadores de Ganado Equino Jaca Navarra).
- El Secretario de JACANA que actuará como Secretario de la Comisión.
- La Directora Técnica del Programa de Mejora, perteneciente al grupo de investigación MERAGEM.
- Un representante del Laboratorio NASERTIC (Navarra de Servicios y Tecnologías S.A.) responsable de los análisis genéticos para el control de paternidad.
- Un técnico especialistas de JACANA
- Dos ganaderos adscritos al Programa de Mejora (conservación)
- Un representante de INTIA S.A.
- Un representante de la Comunidad Foral de Navarra, y en su caso el Inspector del Libro Genealógico de la Raza.
-

FUNCIONES DE LA COMISIÓN GESTORA DEL PROGRAMA DE MEJORA

Las funciones de la Comisión Gestora del Programa de Mejora de la Raza Equina “Jaca Navarra” se pueden concretar en 8 apartados:

- o Seguimiento técnico del Programa de Mejora de la Raza.
- o Aprobación de modificaciones técnicas al Programa de Mejora propuestas por la Dirección Técnica.
- o Aprobación de propuestas para modificación de la normativa que regula el Libro Genealógico y de otras propuestas o informes que puedan afectar a la raza desde un punto de vista genético.



- o Resolución de problemas técnicos y económicos que se presenten durante el desarrollo del Programa de Mejora.
- o Seguimiento del programa de difusión de los resultados obtenidos en el Programa de Mejora de la Raza.
- o Aceptar la propuesta de los candidatos a conservar semen en el banco de germoplasma de la Raza.
- o Aceptar la propuesta de apareamientos dirigidos, propuesta para maximizar el nivel de variabilidad genética en la finca de Sabaiza gestionada por el INTIA S.A. (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias).
- o Determinar el momento óptimo, con el asesoramiento de la Dirección Técnica del Programa de Mejora, para abordar el futuro esquema de selección de la raza, una vez que el número efectivo de reproductores haya alcanzado un nivel que asegure el mantenimiento de la variabilidad en la población.