



## DEPARTAMENTO DE GENÉTICA

### Tesis Doctoral

#### EVALUACION FENOTIPICA Y GENOTIPICA DE LOS CARACTERES DE CRECIMIENTO EN EL ESQUEMA DE SELECCIÓN DEL OVINO SEGUREÑO

TESIS PRESENTADA POR: JOSE VICTOR RODRIGUEZ HERNANDEZ



CÓRDOBA, DICIEMBRE DE 2004

**Dr. JUAN VICENTE DELGADO BERMEJO**, Profesor Titular, del Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba.

**INFORMA:**

Que la tesis doctoral titulada "EVALUACIÓN FENOTÍPICA Y GENOTÍPICA DE LOS CARACTERES DE CRECIMIENTO EN EL ESQUEMA DE SELECCIÓN DEL OVI NO SEGUREÑO", realizada bajo mi dirección por D. José Víctor Rodríguez Hernández, como Tesis Doctoral, reúne las condiciones exigidas y el rigor científico para su exposición y defensa en la Facultad de Veterinaria con vistas a optar al Título de Doctor.

Para que conste a los efectos oportunos firmo el presente. Córdoba. España, a 5 de Noviembre de 2004.

**Dr. JUAN VICENTE DELGADO BERMEJO**

**Dr. CECILIO JOSE BARBA CAPOTE**

**INFORMA:**

Que la tesis doctoral titulada "EVALUACIÓN FENOTÍPICA Y GENOTÍPICA DE LOS CARACTERES DE CRECIMIENTO EN EL ESQUEMA DE SELECCIÓN DEL OVI NO SEGREÑO", realizada bajo mi dirección por D. José Víctor Rodríguez Hernández, como Tesis Doctoral, reúne las condiciones exigidas y el rigor científico para su exposición y defensa en la Facultad de Veterinaria con vistas a optar al Título de Doctor.

Para que conste a los efectos oportunos, firmo el presente. Córdoba. España, 5 de Noviembre de 2004.

**Dr. CECILIO JOSE BARBA CAPOTE**

*“ Solamente creatividad metodológica, osadía epistemológica, coherencia axiológica, coraje intelectual y compromiso social explican la actitud proactiva, innovadora y ética de los talentos profesionales del Proyecto, que han movilizado su imaginación, capacidad y compromiso colectivo al servicio de la innovación institucional en América Latina. “*

**VINI VIDI VINCI**

## **DEDICATORIA**

*A mi madre **Irene Guillermina Hernández Bolaños***

*A mi esposa **Cira Hernández Romano,***

*por todo el cariño y apoyo en la vida*

*“Reflejo de mujer mexicana quien ha sabido llevar*

*siempre con una sonrisa en los labios el cáliz que*

*significa el estar casada con un hombre integro”*

*A nuestros hijos **Escarlet Estefani y Víctor Giovani.***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Quiero agradecer sinceramente a todas las personas que me han ofrecido su valiosa ayuda al desarrollo de esta tesis.*

*A las instituciones que me apoyaron para la realización de mis estudios doctorales; Al Colegio de Postgraduados y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) de México.*

*Quiero dar las gracias a la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS) en Huescar, Granada. España. En especial a su director técnico; **Pepe Puntas**, por haberme brindado todas las facilidades e información necesaria para este estudio.*

*A mi Director, maestro y amigo **D. Juan Vicente Delgado Bermejo**, quien siempre tuvo el acertado consejo y orientación, de corazón se lo expreso, quedare siempre agradecido por la fortuna de conocerle como una gran persona, de verdad gracias **Juanvi**.*

*A **D. Luís Telo da Gama** y **D. Nuno Carolino Pimentel**, investigadores de la Estación Zootécnica de **Santarem, Portugal**, por el tiempo dedicado y la ayuda en el análisis de la información.*

*A todos mis profesores del **Departamento de Genética** por su disposición al compartir sus enseñanzas, y la grata convivencia con mis compañeros; **Miguel Benavente, Faviana Tavares, Robson Becerra, Teresa Morales, Fernando Calero, Alberto Villena, Ángel Alves, Estefan Ivanov, Raúl Sanz, Jorge Quiroz, José M. León, Ángel Vallecillo, Roberto Germano, Marcos Jacovi, Marcos Carrera.***

## ÍNDICE

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	1
<b>SUMARY</b>	2
<b>1. INTRODUCCIÓN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS</b>	3
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</b>	5
<b>2.1. ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN OVINA DE CARNE EN ESPAÑA</b>	5
2.1.1. Desarrollo	5
2.1.2. Apertura dentro de la Comunidad Económica Europea	6
2.1.3. Potencial en la actualidad	7
<b>2.2. RAZA OVINA CARNICA SEGUREÑA</b>	8
2.2.1. Origen e Historia	8
2.2.2. Censo y Distribución Geográfica	10
2.2.3. Manejo y Sistema de Explotación	10
2.2.4. Actual Orientación Productiva	11
<b>2.3. ESTADO Y SITUACION DE LOS PLANES DE MEJORA DE LA PRODUCCION OVINA DE CARNE EN ESPAÑA</b>	12
2.3.1. Planificación y organización de la mejora a nivel nacional	12
2.3.2. Mejora genética	14
2.3.3. Programas de selección en las razas cárnicas autóctonas españolas y características de su valoración genética en la actualidad	15
2.3.4. Programa de mejora genética de la raza Segureña	17
2.3.5. Programa de mejora genética de la raza Merina	26
2.3.6. Programa de mejora genética de la raza Aragonesa	28
<b>2.4. OBJETIVOS Y CRITERIOS DE LOS ESQUEMAS DE SELECCIÓN EN OVINOS DE CARNE</b>	29

2.4.1. Caracteres relacionados con el crecimiento	30
2.4.2. Crecimiento Predestete	33
2.4.3. Crecimiento Postdestete	34
2.4.4. Caracteres Relacionados con la Calidad de la Carne	34
2.4.5. Caracteres Relacionados con la Reproducción	35
2.4.6. Precocidad Sexual	36
2.4.7. Fertilidad	36
2.4.8. Estacionalidad Sexual	37
2.4.9. Prolificidad	37
2.4.10. Caracteres Reproductivos en el Morueco	38
2.4.11. Caracteres Maternos	39
<b>2.5. FACTORES DE VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE</b>	<b>39</b>
<b>2.6. EFECTOS SOBRE LOS CARACTERES DE PESO Y CRECIMIENTO</b>	<b>40</b>
2.6.1. Efectos Fijos	40
2.6.2. Rebaño	40
2.6.3. Año	40
2.6.4. Mes, Época, Estación	41
2.6.5. Sexo	41
2.6.6. Tipo de parto	41
2.6.7. Efectos Genéticos Aleatorios	42
2.6.8. Efecto Genético Aditivo Directo	42
2.6.9. Efecto Genético Aditivo Materno	42
2.6.10. Efectos Aleatorios no Genéticos	43
2.6.11. Efecto Ambiental Permanente	43
2.6.12. Efecto Residual	43



<b>2.7. MODELOS MATEMATICOS DE EVALUACION GENETICA</b>	43
2.7.1. Propiedades del método BLUP	44
2.7.2. Fundamentos genéticos y matemáticos del método BLUP	45
2.7.3. El método BLUP y sus propiedades	46
2.7.4. El Método BLUP en la Ganadería Ovina	46
2.7.5. El BLUP-Modelo Animal	47
<b>2.8. PROGRAMAS DE EVALUACION GENETICA</b>	49
2.8.1. Aplicaciones de las Evaluaciones Genéticas	49
2.8.2. Catalogo de Sementales	49
<b>2.9. TENDENCIAS FENOTIPICAS Y GENETICAS</b>	49
2.9.1. Estimación de la tendencia genética y ambiental	49
<b>3.0. MATERIAL Y METODOS</b>	51
3.1. Descripción del Material Animal	51
3.1.2. Metodología de control	51
3.1.3. Almacenamiento y preparación de los datos	52
3.1.4. Equipos informáticos empleados	52
3.1.5. Paquetes informáticos empleados (Software)	52
3.1.6. Estadísticos descriptivos	53
3.1.7. Análisis Multifactoriales de efectos fijos y Prueba de homogeneidad de medias	53
3.1.8 Análisis Simples de efectos fijos	54
3.1.9. Calculo de los Mejores Estimadores Lineales Insesgados BLUP	54
3.1.10. Estimación de Tendencias genéticas y fenotípicas	57
<b>4. RESULTADOS</b>	58
4.1. Estadísticos descriptivos	58

4.1.2. Análisis Multifactoriales	62
4.1.3. Análisis Unifactorial de efectos fijos	65
4.1.4. Calculo de los Mejores Estimadores Lineales Insesgados BLUE	66
4.1.5. Tendencias genéticas y fenotípicas	73
4.1.6. Tendencia genética y fenotípica de sementales	74
4.1.7. Tendencia genética y fenotípica de población total	80
4.1.9. Valores genéticos directos y maternos para población total	86
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>89</b>
5.1. Estadísticos descriptivos	90
5.1.2. Análisis Multifactorial	92
5.1.3. Análisis Unifactorial de efectos fijos	93
5.1.4. Calculo de los Mejores Estimadores Lineales Insesgados BLUP	94
5.1.5. Modelo matemático	95
5.1.6. Tendencias genéticas y fenotípicas	95
<b>6. CONCLUSIONES</b>	<b>98</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Cuadro 1:</b> Asociaciones de Criadores, Centros de Selección y Centros Tecnológicos asesores implicados en los programas de mejora de las razas ovinas de carne en España.	14
<b>Cuadro 2:</b> Características de la valoración genética realizada el año 2003 en la raza Segureña.	26
<b>Cuadro 3:</b> Características de la valoración genética realizada en el año 2001 en la raza Merina.	27
<b>Cuadro 4:</b> Características de la valoración genética realizada en el año 2002 en la raza Aragonesa	29

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Estructura de la población y flujo genético	19
<b>Figura 2:</b> Esquema de selección propuesto para la raza Segureña	23
<b>Figura 3:</b> Esquema de la conexión genética de los rebaños mediante sementales de referencia	24
<b>Figura 4:</b> Flujo de información en el esquema de selección	25
<b>Figura 5:</b> Esquema de selección para prolificidad de la raza Aragonesa	28
<b>Figura 6:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función del peso a 30 días	59
<b>Figura 7:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función del peso a 45 días	59
<b>Figura 8:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función del peso a 75 días	59
<b>Figura 9:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función de los intervalos de ganancia media diaria de 0-30 días	60
<b>Figura 10:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función de los intervalos de ganancia media diaria de 0-45 días	60
<b>Figura 11:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función de los intervalos de ganancia media diaria de 0-75 días	61
<b>Figura 12:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función de los intervalos de ganancia media diaria de 30-45 días	61
<b>Figura 13:</b> Distribución de frecuencias por ganaderías en función de los intervalos de ganancia media diaria de 45-75 días	61
<b>Figura 14:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para peso a 30 días	74
<b>Figura 15:</b> Tendencia fenotípica para el peso a 30 días en ovino Segureño	74
<b>Figura 16:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para peso a 45 días	75
<b>Figura 17:</b> Tendencia fenotípica para el peso a 45 días en ovino Segureño	75

<b>Figura 18:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para peso a 75 días	76
<b>Figura 19:</b> Tendencia fenotípica para el peso a 75 días en ovino Segureño	76
<b>Figura 20:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para ganancia a 30 días	77
<b>Figura 21:</b> Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-30 días en ovino Segureño	77
<b>Figura 22:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para ganancia a 45 días	78
<b>Figura 23:</b> Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-45 días en ovino Segureño	78
<b>Figura 24:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para ganancia a 75 días	79
<b>Figura 25:</b> Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-75 días en ovino Segureño	79
<b>Figura 26:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de población total para peso a 30 días	80
<b>Figura 27:</b> Tendencia fenotípica para el peso a 30 días en ovino Segureño	80
<b>Figura 28:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de población total para peso a 45 días	81
<b>Figura 29:</b> Tendencia fenotípica para el peso a 45 días en ovino Segureño	81
<b>Figura 30:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de población total para peso a 75 días	82
<b>Figura 31:</b> Tendencia fenotípica para el peso a 75 días en ovino Segureño	82
<b>Figura 32:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de población total para ganancia a 30 días	83
<b>Figura 33:</b> Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-30 días en ovino Segureño	83
<b>Figura 34:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de población total para ganancia a 45 días	84

<b>Figura 35:</b> Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-45 días en ovino Segureño	84
<b>Figura 36:</b> Tendencia del valor genético directo y materno de población total para ganancia a 75 días	85
<b>Figura 37:</b> Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-75 días en ovino Segureño	85

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Parámetros genéticos utilizados en la evaluación genética de los caracteres de peso y crecimiento	57
<b>Tabla 2:</b> Media desviación estándar y coeficiente de variación para caracteres de peso (kg) y crecimiento (gr/d) en corderos Segureños	58
<b>Tabla 3:</b> Análisis de varianza multifactorial para los factores de variación estudiados en peso y crecimiento de corderos Segureños	62
<b>Tabla 4:</b> Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerado año de nacimiento	63
<b>Tabla 5:</b> Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerado época de nacimiento	63
<b>Tabla 6:</b> Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerado sexo del cordero	64
<b>Tabla 7:</b> Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerado tipo de parto	64
<b>Tabla 8:</b> Análisis de varianza simples para los factores de variación estudiados en pesos y crecimiento de cordero Segureños	65
<b>Tabla 9:</b> Análisis de varianza y su coeficiente determinativo ( $R^2$ ) para los factores estudiados en corderos Segureños	65
<b>Tabla 10:</b> Mejores Estimadores Lineales Insesgados "BLUE" para los niveles de factor época para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	66
<b>Tabla 11:</b> Mejores Estimadores Lineales Insesgados "BLUE" para los niveles de factor número de parto para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	66
<b>Tabla 12:</b> Mejores Estimadores Lineales Insesgados "BLUE" para los niveles de factor tipo de parto para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureño	67
<b>Tabla 13:</b> Mejores Estimadores Lineales Insesgados "BLUE" para los niveles de factor sexo para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	67
<b>Tabla 14:</b> Mejores Estimadores Lineales Insesgados "BLUE" para los niveles de factor ganaderías para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	68

<b>Tabla 15:</b> Mejores Estimadores Lineales Insegados “BLUE” para los niveles de factor ganaderías para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	68
<b>Tabla 16:</b> Mejores Estimadores Lineales Insegados “BLUE” para los niveles de factor ganaderías para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	70
<b>Tabla 17:</b> Mejores Estimadores Lineales Insegados “BLUE” para los niveles de factor ganaderías para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	71
<b>Tabla 18:</b> Mejores Estimadores Lineales Insegados “BLUE” para los niveles de factor ganaderías para caracteres de peso y crecimiento en corderos Segureños	72
<b>Tabla 19:</b> Valores genéticos directos y maternos para sementales	87
<b>Tabla 20:</b> Valores genéticos directos y maternos para población total	88
<b>Tabla 21:</b> Valores fenotípicos medios para caracteres de peso y crecimiento en razas ovinas cárnicas autóctonas	90



## RESUMEN

### ***EVALUACIÓN FENOTÍPICA Y GENOTÍPICA DE LOS CARACTERES DE CRECIMIENTO EN EL ESQUEMA DE SELECCIÓN DEL OVINO SEGUREÑO***

La presente tesis se centra especialmente en el estudio del crecimiento de la raza ovina cárnica autóctona Segureña, para lo cual se han analizado los datos correspondientes al peso y crecimiento a partir de la base de datos de las ganaderías integradas en el núcleo de selección de la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño.

Se partió del control de peso al nacimiento, 30, 45 y 75 días de edad, también las ganancias medias diarias 0-30, 0-45, 0-75, 30-45 y 45-75 días de edad.

Se ha utilizado esta información para determinar los valores fenotípicos y genotípicos de los caracteres de peso y crecimiento de los reproductores del núcleo selectivo del ovino Segureño, y el estudio de las tendencias fenotípicas y genotípicas de los caracteres evaluados.

Nuestros resultados, muestran como la selección masal aplicada históricamente sobre esta raza se ha apreciado como ineficaz, de acuerdo a las escasas tendencias genéticas demostradas.

El ovino Segureño ha presentado en el presente trabajo unos pesos y crecimientos propios de una raza especializada en producción de corderos ligeros característicos del mercado español.

En el presente estudio se obtuvieron valores genéticos de gran calidad y alta precisión en el seno de un esquema de selección moderno basado en la utilización de valores genéticos BLUP que avalan la influencia individual y familiar, por lo que a partir del presente trabajo los ganaderos con una correcta dirección técnica en la toma de decisiones, redundará sin duda en un eficaz progreso genético.

Palabras clave: Núcleo de selección, tendencias genéticas, peso, ovino, crecimiento,

## SUMMARY

### ***EVALUATION PHENOTYPIC AND GENOTYPIC OF THE CHARACTERS OF GROWTH IN THE OUTLINE OF SELECTION OF THE SHEEP SEGUREÑO***

The present Ph.D. thesis is centered especially in the study of the growth of the race autochthonous meat breed Segureña, for that which the data corresponding to the weight and growth have been analyzed starting from the database of the cattle raising integrated in the nucleus of selection of the National Association of Breeders of sheep Segureño.

From the control of weight to the birth, 30, 45 and 75 days of age, also the earnings daily stockings 0-30, 0-45, 0-75, 30-45 and 45-75 days of age.

This information has been used to determine the values phenotypics and genotypics of the characters of weight and growth of the reproducers of the selective nucleus of the sheep Segureño, and the study of the tendencies phenotypics and genotypics of the evaluated characters.

Our results, show as the selection masal applied historically on this race it has been appreciated as ineffective according to the scarce demonstrated genetic trends.

The sheep Segureño has presented work presently some pesos and growths characteristic of a race specialized in production of characteristic slight lambs of the Spanish market.

Presently study genetic values of great quality and high precision were obtained in the breast of a modern selection outline based on the use of genetic values BLUP that endorse the individual and family influence, for that starting from the present work the cattlemen with a correct technical address in the taking of decisions will redound without a doubt in an effective genetic progress.

Key words: Nucleus selective, genetic trends, weight, sheep, growth

## INTRODUCCION, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS



Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS)

## INTRODUCCION, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

En la Unión Europea existen alrededor de 93 millones de ovejas de los que algo más de 24 millones pertenecen a España lo que supone aproximadamente el 25% del total de la población. Este censo sitúa a este país en el segundo lugar de Europa tras el Reino Unido (29%) y por delante de Italia (11,8%) (Rubio y Col., 1993.)

Por otra parte, para conocer la importancia de la producción ovina española hay que tener en cuenta otras dos características; la primera es la riqueza genética que atesora, dado el gran número de razas autóctonas que presenta, entre las cuales destacamos poblaciones especializadas en la producción láctea, cárnica e incluso lanífera; y la segunda referida al amplio y variado ámbito geográfico de difusión donde prácticamente el 90% del censo se ubica en la zona mediterránea, desde las regiones más áridas y difíciles con vegetación herbácea poco abundante, fibrosa y sujeta a una fuerte estacionalidad, hasta los parajes con elevada proporción de relieves montañosos, que definen modelos de explotación extensivos o semiextensivos.

De cualquier forma esta realidad ha contribuido en el pasado, así como actualmente, a la fijación de la población rural mediante el mantenimiento de actividades ganaderas centenarias donde hasta la actualidad tienen perfecta cabida las prácticas trashumantes y transtermitantes a través de las cañadas y veredas reales que surcan la mayor parte del territorio nacional.

Este es el caso de la raza Segureña (Esteban y Tejón, 1986), que junto a las razas Rasa Aragonesa y Merino constituyen los tres pilares básicos de la producción cárnica ovina española basada en las razas autóctonas.

A pesar que de forma generalizada el incremento de la producción ovina en el seno de la Unión Europea en censos, comercio exterior de animales vivos y consumo per cápita ha descendido en los últimos tres años, la cuota de mercado de la oveja Segureña no ha dejado de crecer en las últimas décadas, dada la excepcional calidad de los corderos de esta raza y las grandes posibilidades para la normalización de sus canales. Por esa razón los corderos Segureños finalizados en cebadero constituyen uno de los productos ovinos que alcanzan mayor precio en España, y por lo que se podría proponer como raza mejorante muy competitiva en el panorama internacional, en el que podría competir exitosamente frente a otros ovinos cárnicos que producen una canal precoz pero adaptada a los gustos anglosajones y centroeuropeos, muy distintos a los que priman en el contexto mediterráneo y latinoamericano. (Puntas y Col., 2003.)

En 1997, la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Segureño (ANCOS) tras la instauración y desarrollo del control de pesadas en los corderos y el programa de valoración morfológica, recibe el apoyo de la Dirección General de Ganadería del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, y de las comunidades Autónomas de Andalucía y Murcia, para la puesta en marcha del correspondiente esquema de selección y mejora genética para esta raza, contando con la asesoría del Departamento de Genética de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba (UCO-ANCOS, 1999).

La presente tesis se desarrolla en el seno de un convenio de colaboración entre ambas instituciones, con el objeto de dar el apoyo técnico para el desarrollo del esquema, pero también para promover los avances recientes para disponer de una actualización permanente.

**El contenido del presente trabajo se centra especialmente en el estudio del crecimiento predestete (capacidad de cría de las ovejas) y ha considerado el crecimiento postdestete (ritmo de crecimiento de los corderos) de la raza ovina cárnica autóctona Segureña, procedentes de ganaderías integradas en el núcleo de selección de la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS).**

Considerando lo antes descrito observamos como punto de partida el plantearnos los siguientes objetivos.

**Primero.** Estudio de los efectos no genéticos sobre los caracteres evaluados.

**Segundo.** Análisis de los niveles fenotípicos y genotípicos promedio en función de la ganadería.

**Tercero.** Determinación de los valores fenotípicos y genotípicos de los caracteres de peso y crecimiento de los reproductores del núcleo selectivo del ovino Segureño.

**Cuarto.** Análisis de tendencias fenotípicas y genotípicas de los caracteres evaluados

## REVISIÓN BIBLIOGRAFICA



Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS)

## REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### ESTADO ACTUAL DE LA PRODUCCION OVINA DE CARNE EN ESPAÑA

#### Desarrollo:

La complejidad de la ganadería ovina española deriva de la gran diversidad de sistemas de producción que existen en este sector, y que vienen condicionados, por la gran dependencia del ovino respecto al medio en que se desarrolla su actividad productiva.

De esta manera, factores como la estructura de la propiedad de la tierra, los cultivos que en ella se desarrollan, el acceso a los montes, a los pastos, a los barbechos, etc., así como el gran número de razas autóctonas que existen en España, de distintas aptitudes de producción, y muy bien adaptadas al medio natural en el que se desarrollan, condicionan de manera muy directa los sistemas de producción en este sector.

La labor de mejora del medio ambiente y la de fijación de la población rural son la máxima expresión de las aportaciones que la producción basada en este tipo de ganado hace a la sociedad, siendo difícil de evaluar y remunerar este tipo de aportaciones con el objeto de alentar al productor ovino y caprino a mantenerse en la creatividad por estas razones.

Así, el sector ovino, se divide en dos grandes grupos: el ovino orientado a la producción de carne y el ovino orientado a la producción de leche, en el que, debido a que la actividad principal es la producción láctea, el cordero es separado muy pronto de la madre y sacrificado en edades muy tempranas, por lo que también se obtiene la producción de canales de muy bajo peso y un gran valor económico (lechales).

La ganadería ovina parece estar experimentando una nueva expansión, en base sobretodo a rebaños ligados a explotaciones pequeñas y medianas, en las que el ovino cumple un papel intensificador del producto bruto empresarial por la utilización de recursos no mercadeables y de fuerzas de trabajo subempleadas. Esto supone un resurgimiento económico de este tipo de explotaciones, las cuales experimentaron entre los años 1978 y 1984 una grave crisis, en la que tanto la producción final como los resultados económicos por oveja fueron decrecientes, influidos fundamentalmente por el factor precio del cordero (Pardo y col, 1990).

Las comunidades Autónomas que presentan una dinámica progresiva en la producción de carne de ovino son por orden de importancia: Cataluña, Aragón, Castilla-León, País Vasco, Castilla-La Mancha y Andalucía. Todas ellas manifiestan un incremento de la producción total entre los años 1973 y 1988 (Ruiz et al, 1993)

En el año 2000, el censo de ganado ovino, se sitúa en 24.399.000 cabezas de ganado, de las que 18.829.000 son hembras en edad de reproducción (hembras que ya han parido o que se encuentran en su primera gestación.)

Al igual que ocurre con el ganado ovino, la distribución territorial, es muy irregular, de tal manera que solo en la Comunidad autónoma de Andalucía, se asienta el

42,1% del total de efectivos, a los que si se le suman los efectivos de Castilla-la Mancha, Extremadura y Canarias, resulta que cuatro de las diecisiete comunidades autónomas reúnen mas del 75% del total nacional.

La producción de carne de ovino viene definida en este país por una serie de características entre las que cabe destacar, la corta edad de los corderos en el momento del sacrificio, lo que ocasiona un bajo peso en las canales que se obtienen para satisfacer la demanda de los consumidores españoles, a lo que hay que añadir la gran heterogeneidad, derivada de las numerosas razas autóctonas que existen en nuestro país, con orientaciones productivas diferentes, sometidas a distintos tipos de producción. Este hecho, se ve favorecido por la necesidad que existe en las ovejas productoras de leche, de que, por razones de índole económica, se retiran los corderos de las madres en edad temprana, siendo la carne de estos corderos catalogada de alta calidad, alcanzando las cotizaciones más elevadas.

En las últimas décadas, los sistemas de producción animal en general y los sistemas de producción ovina de forma particular se han visto sometidos a cambios importantes, tanto en los métodos y formas de producción como en los objetivos y fundamentos de los propios sistemas productivos. (Lavyn y Col., 1996).

La importancia del ovino de carne va más allá del ámbito económico. La ocupación de una cuantiosa mano de obra de carácter familiar, alejada de los grandes centros urbanos, contribuye al asentamiento de la población rural, con lo que se evita el despoblamiento. Esto es especialmente relevante en las zonas más desfavorecidas, gracias a la capacidad de las ovejas de aprovechar recursos pastables de zonas marginales. Este asentamiento poblacional y utilización racional del territorio contribuye a reducir los graves problemas de erosión y por tanto al equilibrio ecológico. Estos aspectos encajan perfectamente en el marco de las directrices de la Comunidad Europea para la agricultura y la ganadería (Mc Sharry, 1991)

### **Apertura dentro de la Comunidad Económica Europea**

Con anterioridad a la incorporación de España a la Comunidad Económica Europea los intercambios con el exterior fueron prácticamente inexistentes, pues el comercio, tanto de carne como de animales vivos, era considerado Comercio de Estado y sujeto a fuertes restricciones. Esta situación contrastaba fuertemente con la que se produjo a partir de la incorporación a la Comunidad. Se pasó de la anterior situación a la de un comercio liberalizado, no solo con los Estados miembros de la comunidad sino con todos los terceros países con los que existían acuerdos de auto limitación.

La actual Unión Europea con 25 miembros (UE-25) tiene con relación a la producción de carne ovina un claro protagonismo, ya que es la región con mayor producción mundial y a su vez es la mayor importadora de este tipo de carne. A pesar de todo, la importancia que tiene este sector en el seno de la Unión Europea es muy reducida al representar alrededor de un 2 por 100 del producto final agrario (Buxadé, 1996).



Por tanto habría que pensar en las posibilidades que ofrece el mercado exterior, en el que se tenían grandes expectativas, que quizás no sean fundadas, ya que si la UE tomara medidas para la estimulación de la producción, ello también actuaría estimulando la producción en el Reino Unido (el mayor competidor de nuestra producción), Francia, Grecia, y Portugal. Tampoco hay que olvidar a los países que hasta hace poco tiempo constituían la denominada Europa del Este, cuya necesidad de ayuda llevará a favorecer sus exportaciones, de las que la carne de ovino formaría parte en los casos de Polonia, Rumania, Hungría, Bulgaria y la antigua Yugoslavia (Rouco y col, 1991; Ruiz y Rouco, 1993)

Los intercambios comunitarios pueden mantenerse a los niveles actuales, si bien, dada su fundamental finalidad de equilibrar la situación de cada mercado, a corto plazo puede tener fluctuaciones importantes, pero localizadas (Jimeno et al, 1993).

### **Potencialidad y perspectivas del sector**

La producción de carne ovina representa en España el 6,3% del total de la carne y el 19.4% de la carne ovina comunitaria, en el período comprendido entre 1985 y 2000 el censo de esta especie se ha incrementado en España un 26%, cantidad nada despreciable. Concentrándose en 5 estados con el 85% del censo: Reino Unido, España, Italia, Francia y Grecia, existiendo un régimen de cuotas con un complejo sistema de primas o incentivos. En este contexto, España cuenta con un censo de 25 millones de ovinos.

Además, en este período el crecimiento de la producción ha sido relativamente mayor que el del censo, con un aumento de la prolificidad (número de corderos por oveja) y en menor medida del peso de los canales. ( MAPA, 2002).

En el año 2001 se produce un salto cuantitativo muy importante en todos los movimientos comerciales, motivado por las circunstancias especiales por las que ha atravesado el Reino Unido a causa de la fiebre aftosa.

Las importaciones de animales vivos que llegaron a alcanzar en el año 1992 los 1.230.157 animales, procedentes especialmente de países comunitarios, han disminuido sensiblemente a lo largo de los años siguientes situándose en el año 2001 por debajo de los 15.000 animales.

Las exportaciones han tenido una evolución en el sentido contrario, y se ha pasado de unas 200.000 cabezas en el año 1992 a superar las 1.695.000 a partir del año 2000 con lo que se ha pasado de un fuerte déficit comercial a tener superávit.

El conjunto del sector ovino, según la información contenida en los últimos datos estadísticos elaborados por la Secretaria General Técnica del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, durante el año 2000, aportó a la producción final agraria 1.542,8 millones de euros.

## **RAZA OVINA CARNICA SEGREÑA**

### **Origen e historia.**

Existía la opinión de que la raza Segreña procedía de la Manchega, que en condiciones de medio más limitantes y sometida a una orientación productiva diferente de la original, había evolucionado hacia un animal más ligero, nervioso y de características productivas y morfológicas específicas (Vallejo y col, 1977). Pero en la actualidad se le considera como una entidad etnológica cuyo estándar racial fue definido por la Dirección General de la Producción Agraria, mediante resolución publicada en el B.O.E. de fecha 13 de Febrero de 1978, por lo que se creó el registro especial de ganado selecto para la raza ovina Segreña.

Así tenemos que la raza ovina Segreña pertenece al tronco étnico entrefino u “*Ovis aries celtibericus*”, de lana semicorta, de finura media y rizada; procede de un tipo único que aportó el antiguo pueblo celtibérico, similar al ovino existente por aquella época en ambas riveras del mediterráneo occidental (Sánchez Belda, 1989; y Esteban, 2003)

La raza Segreña, que debe su nombre a la sierra y río Segura, comprende animales de formas alargadas, perfil frontonasal subconvexo y tamaño medio, con vellón de lana entrefina que se explota principalmente para la producción de carne, proporcionando corderos de alta calidad, con elevados rendimientos en matadero y cuyo prototipo es el siguiente:

-Aspecto general: perfil convexo en los machos y subconvexo en las hembras, proporciones con tendencia al predominio de diámetros longitudinales y un dimorfismo sexual acentuado.

-Cabeza: el tamaño se encuentra en armonía con el volumen del cuerpo y se encuentra desprovista de lana, sin cuernos en ambos sexos, de línea frontonasal subconvexa en hembras y convexa en machos; dicha convexidad se acentúa a nivel de la región nasal. Orejas de mediano tamaño, horizontales o ligeramente caídas.

-Cuello: proporcionado, sin pliegues ni expresión de papada, con o sin mamellas.

-Tronco: largo y profundo, cruz ligeramente destacada, línea dorso lumbar preferentemente horizontal. Grupa amplia y ligeramente inclinada. Tórax profundo. Pecho ancho y redondeado. Vientre de buenas proporciones.

-Mamas: de igual tamaño en sus dos partes, globulosas, con pezones bien colocados y desprovistos de lana.

-Testículos: simétricos en tamaño y situación, con la piel de las bolsas destacada y desprovista de lana.

-Extremidades bien aplomadas y de longitud en armonía con el desarrollo corporal. Espalda bien unida al tronco. Nalgas y muslos musculados; carpos, tarsos y radios finos y fuertes, con pezuñas simétricas y sólidas.

-Piel, pelo y mucosas: Piel fina y sin pliegues, con las zonas desprovistas de lana cubiertas de pelo fino y brillante. En los ejemplares de capa blanca la piel es rosácea, con mucosas claras. En hembras se toleran pigmentaciones negras en cabeza y distales de extremidades siempre que sean moteadas, sin formar manchas y que su número sea discreto. En los machos no se admiten tales pigmentaciones.

-Vellón: De color blanco uniforme, su extensión debe incluir el tronco, llegando en el cuello hasta la nuca y dejando al descubierto como mínimo el tercio anterior del borde traqueal. En las extremidades anteriores podrá alcanzar hasta su tercio superior y en las posteriores los dos tercios de la pierna. El vientre puede estar o no cubierto de lana. Las mechas son de forma rectangular y trapezoidal, aceptándose la existencia de pelos de fibras meduleras en el interior del vellón.

-Formato y desarrollo: La gran diferencia existente entre los medios en que se desenvuelve la raza, hace que exista una gran variación en el desarrollo y formato de los ejemplares de la misma. Tradicionalmente ha sido descrita como de tamaño pequeño, sin embargo, como consecuencia de las mejoras introducidas en las últimas décadas en la alimentación, dicho tamaño se ha visto aumentado ostensiblemente, por lo que en todo caso, existe una gran variabilidad respecto al desarrollo corporal de estos ovinos, condicionado por la zona en que se explota y el sistema de manejo aplicado; no obstante, se puede situar entre 70 y 90 kilos de peso de los machos en adultos y entre 40 y 60 kilos de las ovejas ( Esteban, 2003)

Sus variedades derivan de la localización y de la coloración, encontrándose las siguientes:

Por localización tenemos a la Marqueseña; variedad propia de la comarca granadina del Marquesado, situada en la parte norte de Sierra Morena, caracterizándose por ser un animal convexo y longilíneo, con mayor peso y alzada, con un vellón escaso y de reducida extensión.

Por coloración se admiten tres variedades perfectamente definidas: Blanca, Rubisca y Mora que se distinguen entre sí por la ausencia o presencia de pigmentaciones que alcanzan el vellón, pelo y piel.

La variedad Rubisca se caracteriza por presentar pequeñas manchas o pigmentaciones de tonalidades rubia a marrón claro en cabeza y extremidades.

También en esta variación de color se nos presenta la denominada Mora; la cual abarca desde el marrón intenso cenizo a negro y asociada con manchas blancas en cabeza y extremidades.

### **Censo y distribución geográfica.**

De acuerdo con Falagan y Hernández (1992) la raza se ubica principalmente en el Sudoeste español, en las provincias de Albacete, Almería, Jaén y Murcia; ocupa la altiplanicie, de 800 a 1000 metros de altitud, formada entre las sierras de Segura, Cazorla, La Sagra, Orce y María. Se localiza en dos zonas principales: el área natural de las Hoyas-Altiplanicie, en el extremo septentrional de la provincia de Granada y en la comarca de los Vélez, en el norte de la provincia de Almería, delimitadas por las sierras de Segura, la Sagra, María y Baza; con una altitud media de 900 metros. Esta segunda zona de presencia de esta raza se encuentra en la comarca delimitada por la ladera de la sierra de Guillemona y Macizo de la Sagra, en el nacimiento del río Segura.

Otros núcleos se localizan en la provincia de Murcia, entre las sierras de Taibilla y España, y en la provincia de Albacete, entre los cursos de los ríos Segura y Mundo, expandiéndose hacia zonas del Levante Español, hacia Aragón y las provincias andaluzas de Málaga, Sevilla y Córdoba. (Martínez, 1991).

### **Manejo y Sistema de Explotación.**

La fuerte dependencia que tiene el ganado ovino del medio físico que le rodea hace que existan una gran diversidad de sistemas de producción y a su vez origina una fuerte adaptación de las diferentes razas al medio haciéndolas en la mayoría de los casos insustituibles (Gabiña, 1989).

Los sistemas de explotación del ganado ovino en la zona se encuadran dentro del modelo semiextensivo, asociado con el cereal como producción agrícola básica, y caracterizado, a grandes rasgos, por el mantenimiento del pie reproductor de los rebaños en pastoreo y la aplicación de una serie de técnicas de manejo que permiten aliviar al proceso productivo de la incidencia de numerosos condicionantes medioambientales. (Fernández, 1992)

Fundamentalmente su sistema de explotación responde al modelo mixto de oveja/hierba y oveja/cereal, disponiendo de amplia variedad de formas de cría como la "trashumancia". Esta es la más representativa y propia de rebaños de la cabeza del río Segura (Pontones, Santiago de la Espada, Siles) que en época de proximidad invernal se desplazan a Sierra Morena, permaneciendo hasta finalizada la Primavera. Así mismo, cuando se realiza el desplazamiento de la Sierra al valle o viceversa para buscar pastos y aprovechamiento de residuos agrícolas (rastrojeras), se le denomina "transtermitancia" y el promedio de tamaño de los rebaños oscila desde 450-500 a 20-30 ovejas (Rodero, 1997).

El análisis socioeconómico de las comarcas en las que tradicionalmente se explota la raza Segureña pone de manifiesto que en ellas existen signos evidentes de subdesarrollo. La comarca de Baza-Huescar por su importancia en censo y distribución en esta raza, nos arroja un elevado porcentaje (76,67%) de población ocupada en el sector agroganadero derivada de la explotación del ganado ovino, por lo que cualquier mejora que se produzca en el mismo influirá de manera positiva en la economía general de estas comarcas. (Cruz, 1988).

Así tenemos que más del 50% de las explotaciones tienen unos efectivos de 100 a 250 hembras reproductoras, para lo que el productor de ganado ovino trata de disponer de una superficie de 1 a 1,5 hectáreas de secano por hembra reproductora, variando esta relación en función de la productividad agrícola de la tierra, la dimensión de la explotación y la disponibilidad de superficie regada. La mano de obra suele ser la del propio ganadero y su familia, contratando eventualmente un pastor. Para la alimentación se dispone de rastrojeras, riciales, barbecheras, eriales a pastos y pastos de montaña, por lo que la suplementación dependerá de la época del año y del estado fisiológico del animal.

### **Actual orientación productiva**

La producción ovina basada en la explotación de razas autóctonas indisolublemente ligadas al medio ambiente en regímenes netamente extensivos ha sido una importante opción de desarrollo en la Unión Europea hasta fechas muy recientes, máxime si consideramos estas iniciativas con importantes ayudas directas a la producción como principal eje de la Política Agraria Común. Sin embargo la nueva propuesta de reforma de la PAC induce a la implantación de un sistema de financiación centrado en el desacoplamiento, la condicionalidad y la modulación de las ayudas, lo que puede suponer a medio plazo en España una drástica desaparición de los censos ovinos.

Si tomamos en cuenta que hoy en día la política agraria comunitaria, contempla la reducción de excedentes y se orienta primordialmente a los sistemas de producción sostenibles (Vigil, 1995; Sánchez, 1995; Díaz, 1996; Fischler, 1997; y Martínez, 1991) debemos admitir que estamos ante un gran reto para la ganadería ovina, la cual debe experimentar en los próximos años grandes cambios a favor de la utilización de las más modernas técnicas de producción, con el fin de conseguir una eficacia productiva por lo menos similar a la de los demás países miembros de la Unión Europea, si pretendemos competir con ellos (Esteban, 1990; Rouco y col, 1991; González, 1994; Soro, 1994 y Vera, 1996).

Autores como Calcedo, (1998) De Miguel y Gómez, (1992); Consejo de Colegios Veterinarios de España, (1994); Martín y col, (1996); Afonso, (1997) y Osoro, (1997), coinciden que ante tal situación nuestros sistemas extensivos nos ofrecen una alternativa importante de solución, ya que como todos sabemos los ovinos autóctonos que en ellos se explotan, son los únicos capaces de aprovechar eficazmente los recursos naturales de su entorno.

Partiendo de estos antecedentes queda claro más que nunca la necesidad que tienen la inmensa mayoría de las razas ovinas de fomento de incrementar su productividad y competitividad en el mercado, ya que la supervivencia de estos animales en un futuro inmediato radicará en la superación de ratios técnico-económicos muy exigentes (Esteban y Barajas, 1995; De la Fuente y col, 1996).

Así tenemos que los censos de la raza Segureña se cifran en la actualidad en torno a 1,700,000 cabezas en las comunidades autónomas de Andalucía, Murcia y Castilla La Mancha. La Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS), que tras 25 años de funcionamiento se encuentra perfectamente implantada y que la dota de estructura,

englobando a un total de 221 ganaderos socios y a 96000 animales inscritos en el libro genealógico (Puntas y col, 2003).

A pesar de esta situación aparentemente favorable, sobre esta raza, al igual que sobre otras razas autóctonas españolas, se cierne un cierto peligro, si no de desaparición, sí desnaturalización, debido fundamentalmente a dos fenómenos. En primer lugar, el mercado de esta raza exige corderos cada vez más precoces y mejor adaptados al terminado en cebadero, lo que está impulsando un cambio rápido de los sistemas de explotación que tienden cada vez más a la intensificación. Para responder a esta situación los ganaderos tienden a recurrir a la solución fácil del cruzamiento con otras razas precoces extranjeras poniendo en peligro la identidad de la raza y la importancia ecológica y social de sus tradicionales sistemas de producción ( De la fuente y col, 1996).

Hoy en día las tendencias del mercado han dado la razón a los que defendíamos la calidad de la canal, la capacidad de crecimiento en condiciones naturales y la rusticidad como características fundamentales de la raza, ya que estudiando los niveles de prolificidad media de los rebaños observamos como la mayoría de ellos se encuentran muy cerca del 1,8 corderos destetados por oveja y parto, que consideramos el óptimo compatible con el desarrollo de los sistemas tradicionales de cría (Delgado y col, 2000).

## **ESTADO Y SITUACIÓN DE LOS PLANES DE MEJORA DE LA PRODUCCIÓN OVINA DE CARNE EN ESPAÑA**

### **Planificación y organización de la mejora en el ámbito nacional.**

En el año 1963 el gobierno central Español implementa un plan de desarrollo surgiendo la "Planificación nacional de la selección y mejora genética (Laguna, 1974) el cual se orientó principalmente a actuaciones a favor de la mejora tales como reglamentación de libros genealógicos, organización de control de rendimiento, ordenación de la reproducción animal, testaje de sementales; sin embargo el citado plan no alcanzó el protagonismo esperado en mejora ovina (Orozco, 1984).

La integración de España en la Comunidad Económica Europea en 1986, marcó un hecho trascendental en la ganadería nacional, sobre todo en las razas ovinas autóctonas, donde se adquirió por fin la importancia y el apoyo necesario por iniciativa del gobierno central; en otras palabras, como indica Rodero (1992), se incentivó la creación de nuevas asociaciones de criadores y reforzó las ya existentes.

En la actualidad en España la determinación y desarrollo de los distintos programas de mejora se lleva a cabo a través de asociaciones de criadores reconocidas, según el ámbito de implantación, por el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación o por la correspondiente comunidad autónoma, estableciéndose por tanto un modelo de gestión privada con supervisión desde la administración.

Así tenemos que en el real decreto 286/1991, en aplicación nacional de la directiva sobre selección y reproducción de ganado ovino y caprino de razas puras, establece la necesidad de disponer de un programa de mejora, conforme con los métodos de control de rendimientos y de evaluación del valor genético fijados por la decisión de la comisión de 10 de Mayo de 1990 (90/256 CEE), donde el fin básico es intentar homologar los métodos de valoración de reproductores de raza pura existentes en los estados miembros, relacionados con el control de rendimientos y la evaluación genética, y estableciendo que las organizaciones o asociaciones de ganaderos que lleven libros genealógicos, para ser reconocidas oficialmente además de un programa de mejora deberán disponer de un número mínimo de animales inscritos, que contempla en las razas ovinas de carne un número de 25,000 reproductoras para las razas Merina y Aragonesa y de un efectivo de 16,000 para la raza Segureña y los denominados ovinos precoces, y aquellas razas cuyo censo de reproductores no alcance estos mínimos, podrán aplicar programas específicos de conservación que serán aprobados también por la administración correspondiente.

También las reglamentaciones específicas de los libros genealógicos son aprobadas en resoluciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y publicadas en el Boletín Oficial del Estado (BOE), donde se reflejan las peculiaridades de cada raza e incluyen descripciones detalladas de los prototipos raciales, calificación y morfología exigida, registros genealógicos y de ganaderías, sistemas de identificación y defectos eliminatorios; los programas de mejora se desarrollan posteriormente y se aprueban en resoluciones del Ministerio.

Todo este proceso se completa con el nombramiento de un inspector que realiza externamente el seguimiento de cada raza, un director técnico del programa, que suele asociarse a la dirección del centro de selección, encargado de realizar las distintas pruebas (CENSYRA), y de un centro tecnológico asesor que realiza o supervisa las valoraciones genéticas.

El control de rendimientos, el mantenimiento y actualización del libro genealógico, así como las distintas actuaciones previstas para el desarrollo del programa son ejecutadas por el equipo técnico de las asociaciones de ganaderos.

El seguimiento y la evaluación del programa de mejora la realiza al menos una vez al año una comisión de composición variable según la raza, integrada como mínimo por el inspector, el director, el asesor científico y por técnicos y representantes de la correspondiente asociación de ganaderos (Cuadro 1), planificándose las distintas estrategias de mejora y publicando los resultados de las valoraciones.

<b>Cuadro 1. Asociaciones de criadores, centros de selección y centros tecnológicos asesores Implicados en los programas de mejora de las razas ovinas de carne.</b>			
<b>Raza</b>	<b>Asociación criadores</b>	<b>Centro selección</b>	<b>Centro tecnológico</b>
Merino	Asoc. Nacional de Criadores de ganado Merino (ANCGM)	CENSYRA de Badajoz Hinojosa del Duque	Facultad de Veterinaria Universidad de Córdoba
Aragonesa	Asoc. Nacional de ganado ovino Selecto de raza Aragonesa (ANGRA)	CENSYRA de Movera	Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza
Segureña	Asoc. Nacional de criadores de ovino Segureño (ANCOS)	Granja experimental Los Morales Huescar	Facultad de veterinaria Universidad de Córdoba
Navarra	Asoc. Nacional de Criadores de raza Navarra (ARANA)	Centro de I.A. de Oscoz	Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza
Ovinos precoces	Asoc. Española de criadores de ovinos precoces (AECOP)	CENSYRA de Badajoz	Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico de Extremadura

## Mejora Genética

Cada raza habita un medio particular, está sometida a diversas peculiaridades en su sistema de producción, presenta un estándar racial tipificado y se ha adaptado a un ecosistema productivo; en consecuencia, requiere un programa de mejora propio; por lo que sería posible plantear la mejora simplemente como un incremento del potencial productivo, abstrayéndose del sistema de producción, el rendimiento productivo y el rendimiento económico.

La mejora genética del ganado ovino no ha alcanzado el nivel de otras especies, debido fundamentalmente al sistema de producción y a sus características de rusticidad, ya que para abordar un programa de mejora genética, es preciso valorar una serie de particularidades que la diferencian de otras especies con producciones similares, como el ganado vacuno.

En el ovino, al igual que en el vacuno, los avances en mejora genética han tenido lugar primero en la producción de leche y después en la producción de carne. Como ejemplo se puede citar a las ovejas Latxa y Carranzana (Ugarte y col, 1996), Manchega (Pérez-Guzmán, 1996) y Churra (De La Fuente y col, 1996). En todas ellas hoy en día se utiliza un esquema de selección basado en la utilización de machos de referencia que conecta a los rebaños mediante Inseminación Artificial, incorporando la metodología de



modelos mixtos con propiedades BLUP (Modelo Animal) para la evaluación genética de sus animales.

Las explotaciones clásicas de ganado ovino presentan unas características peculiares, que introducen dificultades adicionales a la implantación de planes de mejora genética y algunos autores (Esteban, 1991; Sierra, 1996 y Jurado, 1997b) enumeran las siguientes:

-El medio ambiente que podemos clasificar como difícil o adverso (clima, alimentación, sanidad, etc) juntos e incluso acompañados de otros no citados.

-Sistemas de explotación netamente extensivos con razas autóctonas, muy localizadas, infraestructura inadecuada, con una dificultad para realizar controles productivos y por ende escaso número de animales en control genealógico.

-La estructura empresarial, suele ser muy deficiente con escasa formación del ganadero, ocasionando mínima aceptación a cambios, canales de comercialización muy rígidos y carentes de controles económicos que permitan valorar la rentabilidad de las explotaciones.

El análisis de los programas de mejora genética de las razas ovinas de carne, así como el del entorno que lo estimula y sustenta en España, pone de manifiesto, que la mejora genética ovina en España sobre todo en producción de carne, esta menos desarrollada que la de otros países miembros del contexto Europeo, tal es el caso de Francia, Reino Unido y Noruega (Croston y col., 1980; Alonso y Alenda, 1989; Sierra, 1989 y Sierra, 1991).

Sin embargo en la actualidad ya se tienen planes de mejora aprobados para las agrupaciones de ovinos de carne de las razas: Merino, Aragonesa, Segureña, Navarra y Ovinos precoces que incluye las razas Merino precoz, Landschaf, Merino Fleischaf, Ile de France, Berrichon du Cher y Charmoise (MAPA, 1992,; MAPA, 1999a,; MAPA, 1999b:c,; MAPA, 2002 ). Las cuatro primeras son razas autóctonas y poseen efectivos importantes, los cuales reciben el esfuerzo de selección y han realizado las correspondientes valoraciones genéticas (Molina y col, 2001,; Valera y col, 2001,; Altarriba y col, 1998,; ANGRA, 2002,; Delgado y col,2003,; Espinosa y col, 2001)

### **Programa de Selección en las razas cárnicas en España y características de su valoración genética en la actualidad.**

En la selección de animales como futuros reproductores interesa identificar los mejores ejemplares, portadores de combinaciones favorables de genes que se espera se transmitan a su descendencia. Esta es una decisión importante para los productores y para que sea exitosa en la gran mayoría de los casos debe estar basada en el mérito genético esperado y no simplemente en el comportamiento o apariencia de los animales. Por lo que la evaluación genética es la actividad, dentro de un esquema de mejora, que predice estos méritos, tomando en cuenta el comportamiento de cada animal en determinada característica (peso de vellón, presencia o ausencia de determinada enfermedad, número de

huevos por gramo de heces, composición de la canal, crecimiento del animal, etc) y puede considerar las relaciones de parentesco entre los animales y las diferentes oportunidades que tuvieran para expresar el comportamiento observado (Kingham et al, 2000).

Los esquemas de selección en general, tienen a su cargo dentro de la mejora detectar aquellos animales mejor dotados genéticamente, para ser utilizados como reproductores y formar la siguiente generación (Orozco, 1991), siendo su objetivo principal maximizar el beneficio económico de las explotaciones en donde se trabaja (Cottle, 1990; Newman y col., 1992; Wray y Gooddard, 1994; y Jordana, 1995).

La supervivencia de las razas ovinas autóctonas españolas ligadas a su área de difusión natural, tras la implantación de la nueva reforma de la política agraria común (PAC), pasará obligatoriamente por el incremento de la eficiencia productiva y reproductiva de los rebaños, haciéndose necesaria, entre otras tecnologías, la puesta en marcha y desarrollo de esquemas de selección modernos que incrementen la competitividad de los animales (Delgado y col 2003a).

Cada raza debe proveerse de su propio programa de selección si se desea incrementar el beneficio económico, manteniendo aquellas características que definen la población a seleccionar. A su vez la gran cantidad de razas ovinas que existen, sobre todo en los países mediterráneos, constituye a la vez un obstáculo, a la hora de confeccionar esquemas eficaces de selección, por la dificultad que entraña disponer de poblaciones de tamaño suficiente, y también una ventaja, por la variabilidad genética que supone en esta especie, la cual influye en la programación de un esquema de selección o su puesta en práctica, dependiendo de la convergencia efectiva de tres componentes (Barrillet y Roussey, 1987):

- La necesidad de financiación permanente
- La concepción de instrumentos y esquemas de selección adaptados a la especie y tipo de producción.
- Una voluntad de acción colectiva de los ganaderos integrados en estructuras técnicas eficaces.

Aunque únicamente participen en un programa de selección los ganaderos asociados, la propia estructura piramidal de las poblaciones ganaderas hace que toda la raza se beneficie del proceso tal y como sucede en el programa de selección de la raza Segureña (MAPA, 1999) Por esta razón parte de la financiación es aportada por la administración pública y se propone implicar en el programa a la mayor cantidad posible de ganaderos, bien de forma directa, bien de forma indirecta.

La raza Segureña cuenta con una asociación de criadores que desde su creación hasta la fecha se ha responsabilizado de la gestión del libro genealógico y del control de rendimiento cárnico, así como la conexión genética de rebaños a través de la implantación y desarrollo de un programa de reproducción asistida (monta natural dirigida e inseminación artificial) (Puntas y col, 2003). Por esto en la actualidad en la mayoría de las

razas autóctonas en España se está implementando de forma más o menos intensa, el uso de la inseminación artificial, para difundir la mejora genética alcanzada en los núcleos de selección (ARANA, 2001; Castillo, 2000; Laviña y Ponz, 2001 y ANGRA, 2002), y que muestran los avances alcanzados en la implantación de esta técnica en las razas ovinas de carne.

### **Programa de mejora genética de la raza Segureña**

La raza Segureña es una población que hoy día se encuentra perfectamente estructurada, contando con una asociación de criadores denominada como Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS) que desarrolla un programa de mejora genética cuyo esquema de selección fue aprobado con fecha 29 de Octubre de 1999 por parte de la Dirección General de Ganadería del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. No obstante otros autores (Serradilla y col 1992; Analla, 1996; Analla y Serradilla 1996) propusieron un esquema de selección genética para la raza Segureña que no tuvo continuidad en el orden aplicado de la mejora genética.

Es por esto que la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS), apoyada por el Ministerio de Agricultura de España y por las comunidades autónomas de Murcia y Andalucía, tomaron la iniciativa de desarrollar un programa de mejora genética para esta raza. Por lo que se pusieron en contacto con genetistas de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, para conjuntamente diseñar las actividades necesarias para este propósito (Delgado y col, 2000).

Atendiendo a las características zootécnicas de la raza y en especial a lo referente a su sistema de explotación y comercialización, se persiguió los siguientes objetivos y criterios: Mejorar las características productivas de la raza en sus condiciones habituales de explotación y mejorar la productividad individual por oveja en función de los kilos de carne que produce a lo largo de su vida, los cuales dependen del número de corderos por parto, del peso y ganancias registradas por éstos y por el número de años de vida productiva (longevidad) de la oveja. Para la consecución de los objetivos genéricos se determinó apoyarse en los siguientes criterios selectivos;

#### **Criterios para la mejora de la eficiencia productiva**

**Prolificidad:** El número de corderos/nacidos y/o destetados por parto es el carácter de mayor importancia en la productividad numérica de los rebaños, ya que en él se expresan la fertilidad, la fecundidad y la propia prolificidad.

#### **Criterios para la mejora del crecimiento de los corderos**

**Crecimiento de los corderos:** Los criterios de selección referidos a pesos, a determinadas edades y las correspondientes tasas de crecimiento en las distintas fases en la cría y recría son los más clásicos en los esquemas de selección de las razas de orientación cárnica. Así, atendiendo a los diferentes intereses comerciales que podemos encontrar en la raza Segureña, bien ganaderías que cuenten con el ciclo completo de cría, recría-cebo o

bien aquellas dedicadas exclusivamente a cebo, creemos de interés la inclusión de los siguientes caracteres:

Pesos:

- Al nacimiento
- A los 30 días
- A los 45 días (destete)
- A los 75 días (sacrificio)

Crecimiento

- Ganancia media diaria 0-30 días (capacidad lactógena de la madre)
- Ganancia media diaria 0-45 días (crecimiento hasta el destete como entrada en cebadero)
- Ganancia media diaria 0-75 días (crecimiento global)
- Ganancia media diaria 45-75 (comportamiento en cebadero)

Estos caracteres son de fácil control y manifiestan un valor considerable de su heredabilidad, tanto global, como directa y materna. Además, son caracteres que se expresan en ambos sexos y que nos permiten una evaluación genética precoz de los candidatos a reproductores, ya que con 2 años ya disponemos de información sobre su descendencia.

- Criterios para mejorar el morfotipo racial

Valor morfológico global: Tratándose de una variable compuesta donde se recogen las principales características de la raza, permitiéndonos asegurar en los programas que el producto selectivo funcional no llevará apareada una degeneración de la raza, que pudiera afectar a la longevidad productiva de los animales, clásicamente la valoración morfológica se ha llevado a cabo siempre mediante la calificación regional convencional por puntos de 0 a 10, resultando el valor morfológico global como el sumatorio de las calificaciones regionales parciales una vez corregidas por los correspondientes factores de ponderación, pero hoy día se imponen las técnicas modernas en torno al empleo de la valoración lineal con objeto de mejorar los resultados esperados.

El esquema de selección de la raza Segureña se desarrolla a nivel nacional, bajo la dirección y coordinación del M.A.P.A., a través del inspector de la raza, y por la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS).

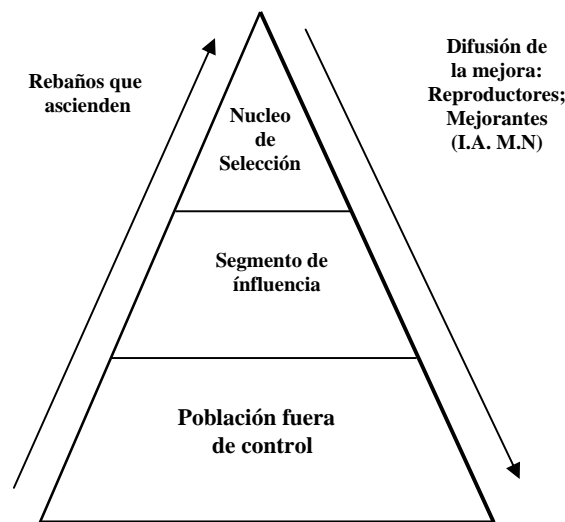
La estructura general del plan es piramidal, conformada por tres niveles.

- Nivel superior: lo constituye el núcleo de selección, correspondiente al vértice de dicha pirámide formado por los rebaños integrados en el núcleo de selección que tienen sus animales bajo control morfológico, productivo y genealógico, donde todo el proceso de mejora se genera en este estrato y de aquí se irradia hacia los niveles inferiores.

- **Segmento de influencia:** Lo componen el resto de las ganaderías de la asociación, que cuentan con cierto grado de organización y generan información de interés para este programa. Este segmento de influencia ocupa en la raza Segureña un censo de hembras muy importante y que podrán integrarse cuando cumplan los requisitos impuestos.
- **Población base:** Los animales integrados en rebaños externos o sea fuera de control y cuyos animales podrán entrar en el segmento de influencia por la inclusión de sus poblaciones (total o parcialmente) en el registro auxiliar del libro genealógico de la raza y su activación en el núcleo de control de rendimientos.

Entre estos estratos se establece un flujo genético permanente descendente por medio de la difusión de la mejora mediante el empleo de la inseminación artificial o la venta de reproductores probados genéticamente. Y en sentido contrario también existe un flujo genético ascendente gracias a la inclusión de aquellos rebaños procedentes de los estratos inferiores que pasan a los estratos superiores. Dicho flujo se esquematiza en la figura 1.

**Figura 1 Estructura de la población y flujo genético.**



Metodología para el desarrollo de la evaluación genética.

La evaluación genética de los candidatos a reproductores es, sin duda, el axioma fundamental de los procesos selectivos; es por esto que el esquema de selección que aquí se estableció, utiliza dos vías de selección.

La primera vía será la selección de madres para producir machos (madres de candidatos a futuro semental en el nivel intra rebaño. Y una segunda es la selección de machos basados en sus valores genéticos obtenidos a partir de la metodología BLUP, para producir corderas o hijas (madres) en etapa ínterrebaño.

Fase intra rebaño.

El proceso selectivo empieza con la toma de decisiones sobre qué madres dentro de cada rebaño serán las que engendrarán los candidatos a futuro semental. Se seleccionan un diez por ciento de las ovejas disponibles por paridera en cada rebaño como madres de los candidatos a sementales, que entrarán en valoración genética ínter rebaño en la siguiente fase del esquema. Se utilizan para esta selección los valores genéticos obtenidos a través de un índice de selección individual multicarácter (índice de oveja), por lo que la estructura del índice será la siguiente:

$$I = B_1 Pf + B_2 P_{75} + B_3 VM$$

Donde,

I= valor del índice

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> = coeficientes de ponderación genético-económicos.

Pf = valores fenotípicos de la prolificidad en el segundo parto,

P<sub>75</sub> = el peso de la oveja a los 75 días

VM = valor morfológico total

Segunda fase: Selección de sementales

Fase Inter rebaño

Los corderos machos nacidos de las hembras seleccionadas en el apartado anterior serán sometidos a una evaluación fenotípica utilizando su propia información (crecimiento y morfología) a los 90 días y otra posterior a los 9 meses (crecimiento, morfología y aptitud reproductiva).

Esta selección se realizará en el ámbito intra rebaño, y los animales que superen estas pruebas serán considerados candidatos a futuro semental pasando a valorarse en el ámbito ínter rebaño siempre y cuando respondan al prototipo racial y carezcan de defectos que impidan el normal funcionamiento reproductivo.

Estos machos pasarán a ser adiestrados para su utilización en inseminación artificial y serán evaluados genéticamente de manera directa o indirecta en el esquema de selección (S<sub>IA</sub>) mientras que los machos utilizados en monta natural en los propios rebaños (S<sub>MN</sub>) podrán ser evaluados indirectamente a través de los machos de referencia que conecten genéticamente todos los rebaños del núcleo de selección.

Los machos utilizados en inseminación artificial fertilizarán un mínimo de 100 hembras en al menos tres rebaños que comprendan todas las edades y niveles productivos mientras que los de monta natural se ajustarán a las necesidades del rebaño con un mínimo de 30 hembras por semental. Cada rebaño se inseminará con al menos dos sementales de referencia, así mismo se utilizarán machos de referencia para la conexión intergeneracional.

Para la evaluación de los distintos criterios de selección se utilizarán los siguientes métodos:

## Crecimiento

Para todos los criterios relacionados con el crecimiento, a los 8 meses de la fertilización de las hembras por parte de los machos en prueba dispondremos de información completa sobre los pesos y crecimientos de los descendientes de estos machos por lo que aproximadamente a los dos años de edad de los candidatos a reproductores podremos contar con valores genéticos para este tipo de caracteres, utilizando un modelo animal con efectos maternos que incluirá como efectos fijos rebaño-año-estación, tipo de parto y edad de la madre (como covariable), y como efectos aleatorios los valores genéticos directos y maternos de los animales, así como el efecto ambiental permanente, previamente los datos habrán sido corregidos para el sexo del cordero (coeficientes de ajuste). Será necesario contar con al menos 70 descendientes controlados en el propio rebaño conectado (monta natural) o en un mínimo de tres rebaños (inseminación artificial).

El modelo se ajustará a la estructura siguiente:

$$Y = XB + Zu + Zm + Zp + e$$

Donde,

Y = producción del cordero

X = matriz de incidencia de efectos fijos;

B = efectos fijos;

Z = matriz de incidencia de efectos aleatorios;

u = vector de efectos genéticos aditivos del animal;

m = vector de efectos genéticos maternos;

p = vector de efectos permanentes,

e = vector de residuos

## Morfología

Los datos obtenidos de la evaluación de la conformación de los animales, cuando éstos se han obtenido en condiciones técnicamente correctas, nos permite asegurar en los programas que el proceso selectivo funcional no llevará apareado una degeneración de la raza que pudiera afectar a algunos caracteres adaptativos. Así mismo, la selección de la conformación nos permitirá mejorar la longevidad productiva de los animales ya que se trata de un carácter de alta heredabilidad que ofrece una buena respuesta esperada a la selección, precisando al menos 30 descendientes con observaciones propias distribuidas del mismo modo descrito anteriormente. En esta situación se utilizará un modelo animal que incluirá los efectos fijos rebaño-año-estación y como efectos aleatorios el valor aditivo del animal.

Los animales se evalúan morfológicamente entre 14 y 16 meses, por lo que se precisará un mínimo de 3 años para disponer de descendientes valorados morfológicamente que nos permitan la evaluación genética de los candidatos a reproductores.

La estructura del modelo de análisis será:

$$Y = XB + Zu + e$$

Donde,

Y = valor morfológico del cordero;

X = matriz de incidencia de efectos fijos;

B = efectos fijos;

Z = matriz de incidencia de efectos aleatorios;

u = vector de efectos genéticos aditivos del animal;

e = vector de residuos;

### **Prolificidad.**

Será necesario contar con un mínimo de 30 hijas por macho en inseminación artificial distribuidas en al menos 3 rebaños o en el propio rebaño conectado en el caso de machos utilizados en monta natural.

Estas hijas deberán tener registrados 3 partos para poder realizarse la evaluación genética de sus padres.

Se utilizará para el análisis un modelo animal con observaciones repetidas que incluirá los efectos fijos rebaño-año-estación mientras que los efectos aleatorios serán el valor aditivo del animal y el efecto ambiental permanente.

La estructura del modelo de análisis será el siguiente:

$$Y = XB + Zu + Zm + Zp + e$$

Donde,

Y = media de los corderos nacidos por parto

X = matriz de incidencia de efectos fijos;

B = efectos fijos;

Z = matriz de incidencia de efectos aleatorios;

u = vector de efectos genéticos aditivos del animal;

m = vector de efectos genéticos maternos del animal;

p = vector de efectos ambientales permanentes,

e = vector de residuos

Anualmente se publicará un catálogo de sementales con la actualización de la información existente. En él entrarán por primera vez los machos evaluados positivamente para los caracteres de crecimiento a los dos años de edad; y se actualizará con la información sobre morfología y en la siguiente sobre prolificidad. Los machos permanecerán en el catálogo mientras que estén en activo y pertenezcan al plantel de machos mejorantes probados.

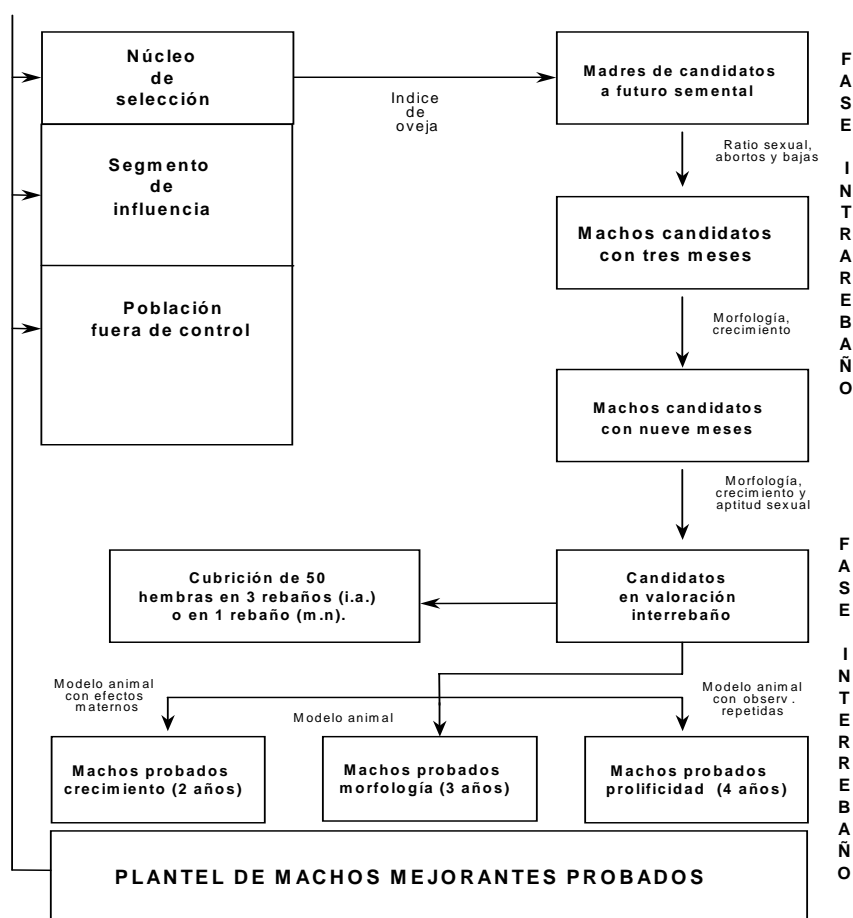
De esta forma los ganaderos podrán tomar decisiones sobre los machos que puedan mejorar su rebaño teniendo en cuenta las siguientes posibilidades:



- Mejora de las diversas fases del crecimiento de los corderos (valor genético directo de pesos y crecimientos)
- Mejora de la aptitud materna para la mejora del crecimiento de los corderos en distintas fases (valor genético materno para pesos y crecimientos)
- Mejora de la estructura morfológica del rebaño (valor genético de la morfología)
- Mejora de la prolificidad (valor genético de la prolificidad)

Una vez elegidos los objetivos de selección, definidos los criterios específicos que vamos a medir en la población y organizada ésta en sus diferentes estratos y activada la recogida de información, tanto la referida al control y gestión del libro genealógico como al control de rendimientos, sólo queda proponer el funcionamiento del esquema de selección tal y como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.** Esquema de selección propuesto para la raza Segureña



### Conexión genética de rebaños con el uso de machos de referencia

La Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño, dispone en la actualidad de unos circuitos de inseminación artificial en perfecto estado de funcionamiento, lo que nos permite la planificación de las estrategias de conexión de los rebaños utilizando sementales de referencia, además de poder plantearnos la rápida y eficaz difusión de la mejora, con la inseminación de rebaños de estratos más bajos mediante la utilización de sementales probados.

Los rebaños integrados en el mismo se clasifican en tres categorías:

- Rebaños que usan IA. (Inseminación Artificial)
- Rebaños que usan IA y tan sólo un macho de repaso en MN. (Monta Natural)
- Rebaños que usan IA y varios machos de repaso en MN.

En los rebaños de las categorías a y c sólo se testarán machos de IA de manera directa o indirecta. En los rebaños de categoría b, además se podrán testar los machos de MN de cada rebaño, de manera indirecta a través del macho de referencia (IA). Estas diferentes estrategias en la conexión genética de rebaños se pueden observar gráficamente en la Figura 3.

**Figura. 3.** Esquema de la conexión genética de los rebaños mediante sementales de referencia.

R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Smn	Si.a.1		Smn.5	Smn.6	Smn.7	Smn.9	
	Smn2		Si.a.2		Smn.8		Si.a.4
	Smn3	Smn4			Smn.2		

**R:** Rebaños

**S<sub>ia</sub>:** Machos en inseminación

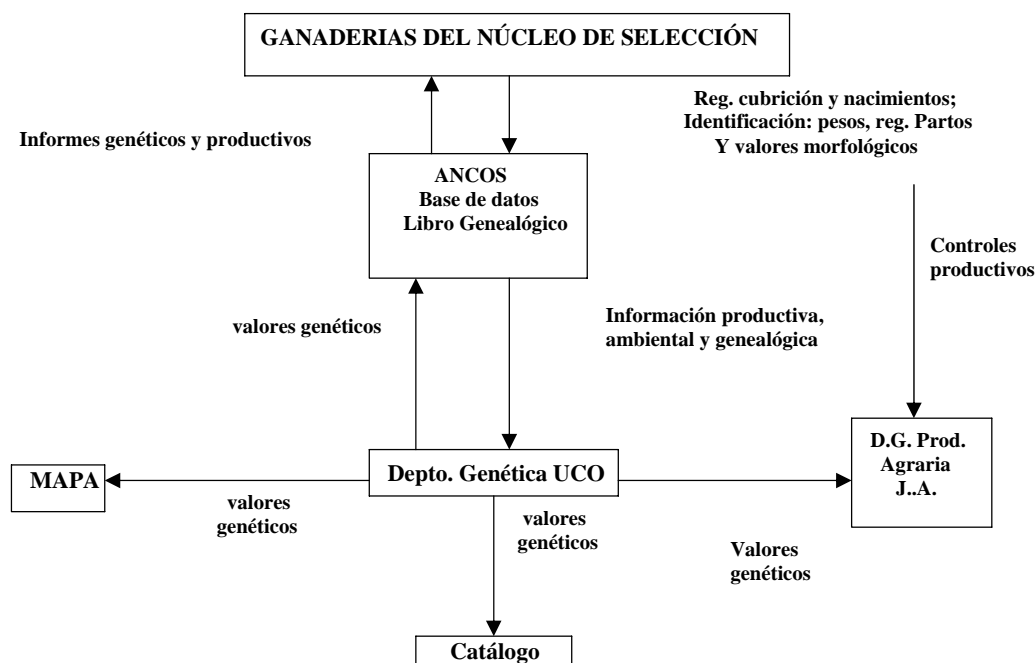
**S<sub>mn</sub>:** Conexión de rebaños

## Organización de la recogida y flujo de información

La Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS), es la encargada de la organización y activación del núcleo de control de rendimientos y la gestión del libro genealógico, ésta conlleva la ejecución y supervisión del programa de identificación individual provisional y definitivo, el control de las declaraciones de cubriciones y de nacimientos, las declaraciones de alta en registro definitivo, la declaración de bajas y el inventario anual; mientras que el funcionamiento del núcleo de rendimiento se centra en el control de las pesadas y la valoración morfológica de los animales.

El flujo de información debe ser recíproco y constante entre las ganaderías integradas en el núcleo de selección y ANCOS, una vez al año, estas bases de datos se envían al Departamento de Genética de la Universidad de Córdoba donde se realizan los análisis estadísticos y genéticos con objeto de obtener los correspondientes valores de cría. De la misma forma, se entregan a las Direcciones Generales de Producción Agraria de las Consejerías de Agricultura de las distintas Comunidades Autónomas donde geográficamente se asienta la raza Segureña, Andalucía y Murcia principalmente y finalmente los registros genealógicos se hacen llegar a la Subdirección General de Alimentación y Zootecnia perteneciente a la Dirección General de Ganadería del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA), donde se publicará un catálogo de sementales valorados genéticamente de forma continua. Este flujo de información se ajusta al esquema que se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Flujo de información en el esquema de selección.



En el siguiente Cuadro 2, se muestran las características esenciales de las últimas valoraciones genéticas realizadas en esta raza.

<b>Cuadro 2. Características de la valoración genética realizada el año 2003 en la raza Segureña (Delgado y col, 2003).</b>	
Animales controlados:	16.000 corderos de 105 ganaderías, durante los 5 últimos años, hijos de 550 moruecos.
Animales valorados:	26,000
Caracteres controlados:	Peso al nacimiento, peso al destete (alrededor de los 30 días de edad), y peso durante el cebo y sacrificio (45 y 75 días respectivamente)
Caracteres obtenidos:	Peso a los 30, 45 y 75 días de edad y Ganancia Media Diaria 30-45, 30-75, 45-75.
Caracteres valorados	Peso a los 75 días y GMD de 0-30 y 30-75.
Modelo animal	Rebaño, Año, Época, Sexo, Tipo de parto, Número de parto como covariable
Criterio de selección	Índice compuesto por los valores genéticos directos de los caracteres valorados independientemente.

### **Raza Merino**

El MAPA con fecha uno de Abril de 1996 aprueba el programa de selección y mejora del ganado ovino de raza Merina, siendo el equipo técnico de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba, el responsable de la evaluación genética del programa de selección.

Los criterios de selección para esta raza se centran en:

- La mejora y uniformidad del potencial de crecimiento de los corderos considerando; el peso a los 75 días.
- Mejorar la capacidad de cría de las madres teniendo en cuenta la ganancia media diaria entre 0 y 30 días.
- La fertilidad y prolificidad mediante el control del intervalo entre partos, y el número de corderos por parto.

- El mantenimiento y mejora de las características raciales considerando; Las pautas reconocidas y establecidas en el estándar racial.

El desarrollo del plan de mejora se divide en cuatro etapas:

La primera consiste en la formación de un núcleo de selección a partir de las ganaderías en las que se realiza el control de rendimientos y se eligen los futuros machos a valorar que pasan a formar parte del grupo de sementales probados de la ganadería, mejorando así el núcleo de selección. El resto se destina a mejorar poblaciones de menor nivel genético, como son los de la población base y la población Merinizable.

La segunda etapa se centra en la selección aleatoria de las hembras que integran los lotes de cubrición dirigida, por medio de la aplicación de un índice de selección individual multicaracter.

En la tercera etapa se propone la conversión del esquema en ínter rebaño al trasladar algunos de los machos valorados favorablemente a una estación de testaje.

En la cuarta etapa se pretende alcanzar el máximo desarrollo del esquema basándose en la utilización de sementales de referencia para la conexión de los rebaños, para ir así eliminando el esquema basado en las estaciones de testaje.

En el siguiente Cuadro 3, se muestran las características esenciales de las últimas valoraciones genéticas realizadas en esta raza.

<b>Cuadro 3. Características de la valoración genética realizada en el año 2001 en la Raza Merina (Molina y col, 2001; Valera y col, 2001).</b>	
Animales controlados:	24.557 corderos de 34 ganaderías y de un centro conector, durante los 10 últimos años, hijos de 433 moruecos
Animales valorados:	44.725
Caracteres controlados:	Peso al nacimiento, peso al destete (alrededor de los 30 días de edad) y peso durante el cebo (alrededor de los 60 días de edad)
Caracteres obtenidos:	Peso a los 30, 60 y 75 días de edad. GMD 30-60, 30-75 y 60-75
Caracteres valorados:	Peso a los 75 días y GMD de 0-30 y 30-75
Modelo animal:	Ganadería, Año de nacimiento, Estación, Sexo, Tipo de parto, Edad de la madre como covariable, Efectos Genético Directo y Genético Materno.
Criterio de selección	Índice compuesto por los valores genéticos directos de los Caracteres valorados independientemente

## Raza Aragonesa

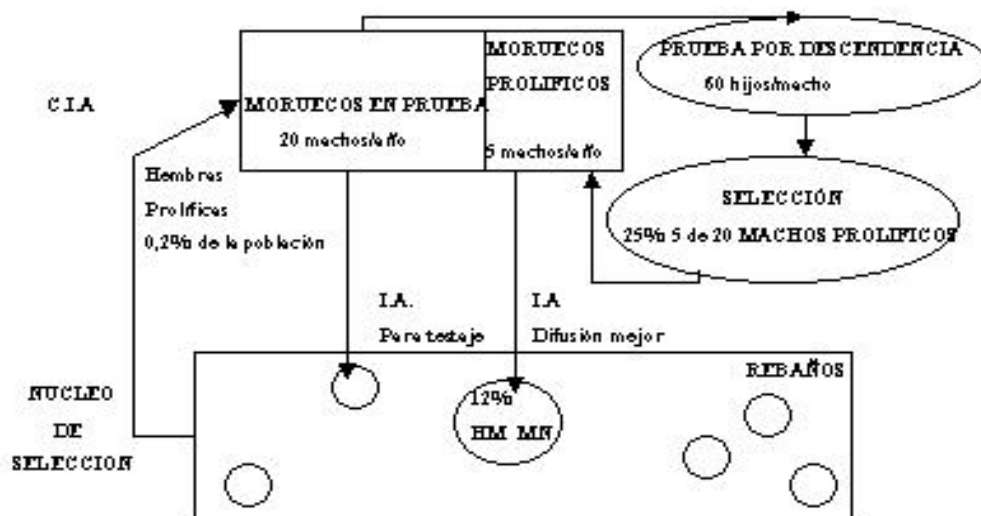
El ovino autóctono de raza Aragonesa posee una gran trascendencia económica, social y ambiental para esta comunidad por ser Aragón una de las comunidades con mayor densidad de ganado ovino (10-14%) del censo ovino nacional (MAPA, 1999).

En la actualidad la Asociación Nacional de Criadores de Ganado ovino selecto de Raza Aragonesa (ANGRA) y la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, mantienen un convenio de colaboración para desarrollar el esquema de selección genética de la raza Aragonesa.

Existe además otro núcleo organizado por la empresa cooperativa Carne Aragón S.C. L., siendo el centro tecnológico asesor el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de Madrid, ambos núcleos utilizan los servicios del CENSYRA de Movera.

En este contexto, Jurado y Espinosa (1996), han propuesto un Esquema de selección en prolificidad para la raza Aragonesa Figura (2), el cual se basa en la conexión de rebaños mediante el uso de la I. A. (Figura 5)

**Figura 5. Esquema de selección para prolificidad de la raza Aragonesa (Jurado y Espinosa, 1996).**



Todos los rebaños que colaboren constituirán el núcleo selectivo, del cual se seleccionará el 25 por 100 de los mejores machos prolíficos; estos machos, a través de la inseminación artificial difundirán la mejora genética al 12 por 100 de las mejores hembras del núcleo de selección.

Debido al reducido número de machos mejorantes, los ganaderos podrán utilizar masivamente los hijos de machos prolíficos, para que, a través de la monta natural con las mejores ovejas de cada rebaño, difundan la mejora genética al resto de la población.

En el siguiente Cuadro 4, se muestran las características esenciales de las últimas valoraciones genéticas realizadas en esta raza.

<b>Cuadro 4. Características de la valoración genética realizada el año 2002 en la raza Aragonesa. (Altarriba y col, 1998; ANGRA, 2002)</b>	
Animales controlados:	112.948 ovejas con 460.962 partos en 113 explotaciones desde 1989.
Animales valorados:	205.302
Caracteres controlados:	Número de corderos nacidos / parto
Caracteres obtenidos:	Prolificidad en escala categórica (parto simple vs. parto múltiple)
Caracteres valorados:	Prolificidad en escala subyacente según modelo umbral
Modelo animal:	Edad al parto de la oveja, tratamiento hormonal, época de parto, Explotación, genético aditivo, ambiental permanente
Criterio de selección:	Valor genético aditivo transformado a la escala categórica.

## **OBJETIVOS Y CRITERIOS DE LOS ESQUEMAS DE SELECCIÓN EN OVINOS DE CARNE**

En general, la definición de los objetivos de un plan de mejora genética de una población consiste en fijar aquellas características productivas que deben presentar los animales que serán utilizados como reproductores de forma que su explotación sea económicamente rentable en las condiciones de manejo propias de su sistema de producción (Cruz, 1998).

La determinación de estos objetivos es el punto más problemático con el que tropezamos a la hora de elaborar un programa de mejora genética, por consiguiente, el establecimiento de los objetivos de un plan de mejora debe realizarse en base a estudios biológicos y económicos. Sin embargo, a pesar de la gran trascendencia de una adecuada elección de las características a seleccionar, son numerosos los autores que han resaltado la falta de investigaciones relacionadas con la completa definición de los objetivos de un programa de mejora (Brascamp, 1979; Harris, 1970; Wilton, 1979; citados por Cruz, 1998).

En general, el objetivo de selección tal y como los define Jurado (1997), hacen referencia al conjunto de cualidades que sería deseable reunieran los animales para hacerles más productivos desde el punto de vista económico. Sin embargo como indica Alenda y col, (1985) se dan una serie de circunstancias que dificultan grandemente la definición adecuada de los objetivos de selección.

La ganadería ovina se caracteriza por la variedad de sus objetivos de producción (carne, leche, lana), así como por estar muy ligada al medio en que se desarrolla. Esto da lugar a una gran diversificación en los sistemas de producción, que en su inmensa mayoría son extensivos y que están determinados por las condiciones socioeconómicas y medio ambientales en que se desenvuelven (Flamant y Morand, 1987)

Esta diversidad en los sistemas de producción implica que es necesario diversificar tanto los objetivos de mejora como los métodos de selección cuando se pretende realizar la mejora genética de los animales. Así tenemos que en ganado ovino, al igual que en otras especies rumiantes, los costes de producción por hembra reproductora son notablemente superiores a los correspondientes a otras especies monogástricas productoras de carne y la causa fundamental es la baja tasa reproductiva. Por consiguiente, en aquellas explotaciones ovinas en las que no existan fuertes limitaciones en cuanto a recursos alimenticios o de mano de obra, el incremento de la productividad numérica se convierte en el "principal objetivo de selección" (Espejo y col, 1978; Gabiña, 1985).

Un criterio de selección es aquel conjunto de caracteres en función de los cuales los animales pueden ser elegidos como reproductores y por consiguiente ser padres de individuos de siguientes generaciones. Dado que el objetivo de la mejora genética ovina cárnica sería el de producir más carne de calidad por unidad monetaria invertida (Gabiña, 1985), un objetivo complejo, es preciso estar en condiciones de medir en los animales caracteres que pudieran integrar un criterio de selección que hiciera posible el objetivo.

De cualquier modo, la mayoría de autores españoles (Sierra, 1974; Valls, 1977; Espejo, 1989; Sierra, 1991; Esteban, 1991; Esteban y Barajas, 1995; Jordana, 1995; Sierra, 1996; Jurado, 1997), coinciden en que cualquier programa de selección genética en ovinos autóctonos orientados a la producción de carne, debe incluir, tanto a caracteres relacionados con el crecimiento de corderos, calidad de la canal y carne, como aquellos relacionados con la reproducción, maternidad y rusticidad.

### **Caracteres relacionados con el crecimiento**

El futuro de las explotaciones ovinas depende de la mejora de tres aspectos fundamentales en los cuales se tiene que enfocar la investigación: tasa reproductiva, Velocidad de crecimiento del cordero y calidad de la canal (Arbiza, 1994).

El crecimiento es un fenómeno que conlleva cambios de tamaño, peso, forma, composición y estructura. Ante esta gama de hechos cabe hacer una distinción entre dos aspectos; por un lado, la incorporación de sustancia orgánica, y en segundo lugar, la alteración que experimenta la forma y la función, con independencia de los cambios que sufren el tamaño y el peso del organismo como un todo. Estos dos aspectos suelen distinguirse con las denominaciones de "Crecimiento" y "Desarrollo" respectivamente (Fuller, 1972).

Se han dado muchas definiciones sobre el crecimiento Hafez, (1972), lo define como el conjunto completo de acontecimientos metabólicos controlados genéticamente y condicionados por el medio ambiente.



Gall (1972), describe el crecimiento como el resultado de una oposición entre los procesos anabólicos y catabólicos. Trenkel y Marple (1983), Black (1983), Sanz y Boza (1994), definen el crecimiento y desarrollo postnatal de los animales como el resultado del crecimiento y desarrollo de los tejidos mediante un aumento del número de células o hiperplasia y el incremento del tamaño celular o hipertrofia.

Según Johansson y Rendel (1974), al aumentar el peso y el tamaño de los animales se produce un cambio de sus proporciones corporales. Los distintos tejidos y regiones corporales alcanzan un índice de crecimiento en fases distintas, los órganos que poseen una importancia decisiva para el desarrollo normal de la vida, como cerebro, sistema nervioso y órganos digestivos, aparecen bien desarrollados al nacer, desarrollándose con prioridad el tejido óseo, el muscular y finalmente los depósitos adiposos.

Calderón (1991) y Ávila y Osório (1996), coinciden en que después del nacimiento, la influencia materna sobre el crecimiento se manifiesta de forma intensa durante los dos primeros meses de lactación, y tras esta etapa el cordero se torna cada vez menos dependiente de la madre y más de las condiciones del medio ambiente.

Sotillo y Serrano (1985) establecen cuatro fases en los cambios que sufre la morfología en un individuo. Lascelles y cols., (1981), consideran tres etapas en el crecimiento: prenatal, postnatal y envejecimiento. Torren (1982), considera dos grupos de factores que afectan el crecimiento: Factores intrínsecos; genéticos, especie, raza y sexo (hormonales), y Factores extrínsecos; alimentación (cantidad y calidad) clima (temperatura, humedad) y manejo; cuando se trata de animales de la misma raza y sexo, la influencia de los factores intrínsecos, queda prácticamente reducida a factores genéticos.

Otros autores (Arbiza, 1986; Harricharran y cols, 1987) mencionan que el genotipo de cada animal hace que existan variaciones en la misma raza, siendo éstas notables incluso entre animales de la misma edad y criados con el mismo manejo.

Por otra parte, se ha comprobado científicamente por Masoero (1964), que el patrimonio hereditario se ve constantemente sometido a la influencia de componentes ambientales y principalmente a factores alimenticios.

La alimentación ejerce una influencia importante en el crecimiento, por lo que la cantidad ingerida de alimento y el balance de estos, son los factores más importantes a tener en cuenta (Arbiza, 1986). Uno de los factores ambientales más importantes a tener en cuenta como agente influyente en la fisiología de un mamífero, es la temperatura, y el estrés que se produce de forma natural por el calor o frío ambiental, esto determinará cambios compensatorios en la fisiología o en la morfología (Eckert, 1990).

El crecimiento se puede representar en función de la evolución del peso vivo o sobre la base de la ganancia media diaria (GMD), en este sentido, la expresión matemática que más se emplea para describir las curvas de crecimiento, representando el peso en función de la edad, es la llamada curva logística una función cuadrática de forma no continua que en etapas cortas queda limitada a una función lineal recta. Si consideramos la

evolución del peso vivo desde el nacimiento hasta la madurez, la expresión matemática más representativa del crecimiento sería una sigmoidea (Flowler, 1980).

Cuando se limita artificialmente la vida de los animales, como los que son destinados a la producción cárnica, como sucede en la mayoría de corderos sometidos a lactancia artificial, la curva pierde su característica forma de S, quedando solamente representada por la parte ascendente de la misma (Cole, 1964).

Para medir el crecimiento en los animales se han utilizado diversos coeficientes, tales como el coeficiente de crecimiento instantáneo propuesto por Brady (1945), el crecimiento real por Pomeroy (1959), o el coeficiente de crecimiento relativo propuesto por Sotillo y Vigil (1978), siendo el más utilizado el coeficiente de crecimiento medio o Ganancia Media Diaria (GMD), por ser una medida absoluta del crecimiento por unidad de tiempo, en este caso el día (Spedding, 1968). De acuerdo con Hammond (1986), la podemos definir mediante la fórmula:  $GMD = (\text{Peso}_2 - \text{Peso}_1) / (\text{Día}_2 - \text{Día}_1)$ , donde Día2-Día1, representan el intervalo en días entre las dos pesadas.

Por otra parte el procedimiento para determinar la evolución del peso vivo, sobre todo en las primeras semanas de vida, consiste en una ecuación lineal determinada por la expresión:  $Y = a + bx$ , donde “Y” es el peso vivo en Kg. del cordero, y “X” la edad en días (Morand-Fher y Sauvant, 1974; Sauvant y col, 1979; Molina y col, 1992). Así mismo, para edades más avanzadas el mejor ajuste es la ecuación polinomial de segundo grado (cuadrática)  $Y = a + (bx) + (cx^2)$ , donde Y es el peso vivo en Kg, y X la edad en días (Alvarez, 1994).

Finalmente la mejora de los crecimientos puede ser un arma de doble filo, ya que unos crecimientos más elevados permiten producir un cordero ligero más económico, sin embargo, su sacrificio a una menor edad podría dar lugar a una canal con características aun no terminadas provocando incluso la poca aceptación y el descenso del precio de la misma. Así también, al mejorar los crecimientos, los corderos de reposición darán lugar a hembras de mayor peso vivo, existiendo una alta correlación entre crecimiento en los primeros meses y el peso vivo adulto, corroborado por autores como Ercambrack y Price (1972), Martín y col, (1980), Jurado y col, (1986), por lo que en principio y a medio plazo, serán menos rentables (peor adaptación, mayores necesidades de alimentación, etc) perdiéndose la idea de “vientre económico”.

Todo esto se debe tratar de conseguir una mejora en los pesos y crecimientos de los corderos sin aumentar el tamaño adulto del animal. Para lograr esto existen varias posibilidades, como por ejemplo seleccionar para el crecimiento predestete, que está menos relacionado con el peso adulto y tiene un alto coeficiente de correlación con la producción láctea de la madre, y además no es necesario seleccionar para crecimientos elevados, ya que al hacerlo para prolificidad se producirá esto de manera indirecta (Pérez, 1979).

## **Crecimiento predestete**

Durante esta etapa el crecimiento del cordero depende de forma casi exclusiva de los cuidados de la madre y, en particular, de su producción lechera, como lo demuestra el hecho de que la correlación existente entre dicha producción lechera y el crecimiento del cordero es muy alta, alcanzando valores del orden de 0,7 a 0,9 (Carabaño y col., 1985). Es pues, en gran parte, manifestación del genotipo materno y, en menor medida del propio cordero y de su capacidad para transformar el alimento (Valls, 1997; Jurado, 1997).

La producción de leche en la oveja aumenta desde el nacimiento del cordero y presenta un máximo en la tercera o cuarta semana de lactación (Carriedo y San Primitivo, 1989). En definitiva esta producción de leche, es el factor más importante del crecimiento de los corderos durante esta primera etapa, ya que de ella depende el peso vivo que adquiera el cordero al destete (Wallace, 1948; Doménech, 1988).

Vigil y col., (1986) en las razas españolas Churra y Manchega, determinaron que el crecimiento del cordero hasta el destete muestra una marcada dependencia del peso al nacimiento y del volumen de leche mamada. A este respecto, otros autores (Barnicoat y col, 1956 y Owen, 1976) han encontrado fuertes relaciones entre la producción de leche y el crecimiento predestete de corderos. Sin embargo los caracteres de crecimiento predestete tienen una heredabilidad media baja, para el peso a las ocho semanas su valor es de 0,23 con un intervalo de variación de 0,05-0,63 (Carabaño y col, 1985). Es interesante destacar que la estima de la heredabilidad tiende a aumentar con la edad del animal y el mayor valor medio de este parámetro para los crecimientos post-destete frente a los predestete, ambos comportamientos pueden explicarse por la influencia de la capacidad lechera de la madre sobre el crecimiento del cordero, de esta forma, el crecimiento temprano del cordero puede ser más un reflejo de la producción de leche de su madre que de su propia capacidad genética para producir carne, y ello hace que la heredabilidad del carácter sea baja (Jurado y col, 1986). Otros autores (Barnicoat y col., 1956, y Owen, 1976) han encontrado una estrecha relación entre la producción de leche y el crecimiento predestete de corderos.

Alonso y col., (1991), aplicaron la metodología BLUP, Modelo Animal reducido para estimar la heredabilidad del crecimiento de corderos rasos aragoneses, en la etapa predestete, durante el período de 10 a 30 días de vida, hallando una heredabilidad estimada fue de 0,03. Estos resultados son similares a los reportados por Jurado y col., (1991). Así también López y col., (1991) obtuvieron una heredabilidad de 0,25 en corderos Merino precoz de Ille de France, y Mavrogenis y col., (1990) una heredabilidad de 0,19 para crecimiento predestete en corderos de la raza Chio. Son destacables los valores obtenidos en esta etapa para el Merino autóctono Español por Sierra y col., (1998), que encontraron valores de heredabilidad de 0,38 para peso a 30 días, y para el caso de crecimientos alcanzó 0,40 en la GMD 30-60 días.

## **Crecimiento Postdestete**

En la fase postdestete se puede evaluar el crecimiento por el promedio de la ganancia diaria hasta una cierta edad o durante un determinado lapso, o por un peso a una edad uniforme, y constituye el principal indicativo del potencial de crecimiento del animal (Domínguez y col 2003).

Durante esta etapa la alimentación del cordero se basa en el consumo de concentrados junto con una pequeña cantidad de forraje y, por consiguiente, su crecimiento va a depender únicamente de su propio potencial genético y de factores externos al animal. A este respecto, Stobart y col., (1987) determinaron que el peso al destete estaba influido significativamente por la combinación de raza y año de crecimiento.

En otro estudio realizado por Wilson (1987) se encontró que los pesos a los 30, 90 y 150 días de vida eran afectados por el año de nacimiento, pero a medida que aumentaba la edad del cordero, iba disminuyendo dicho efecto, desapareciendo a partir del destete. Sin embargo Pérez y col., (1979), estudiaron el peso desde los 40 días de corderos nacidos en las cuatro estaciones del año, y no encontraron diferencias significativas entre los pesos hasta los 90 días.

Para los corderos Merino, Alonso y col., (1991) vieron que la estación de crecimiento afectó a los pesos, siendo el mes de Enero el más favorable en este estudio. Así mismo Mavrogenis (1988) constató que el mes de nacimiento influía significativamente en todos los caracteres de peso estudiados para los corderos de raza Chio, poco seleccionada.

Con respecto a la influencia de la estación de nacimiento del cordero sobre la fase postdestete, Stritzke y col (1982) encontraron que la estación de nacimiento (verano, primavera u otoño) influía sobre el peso hasta los 70 días de edad con diferencias significativas ( $P>0,07$ ) atribuyéndose en parte a las distintas condiciones de temperatura y disponibilidad del pasto.

Nunes y col., (1996) cuantificaron el efecto del sexo, tipo de nacimiento, edad de la madre y sus interacciones sobre el peso al destete (105 días para la raza Ille de France) y determinaron que los efectos evaluados afectaron al peso a 30 días postdestete y sus correspondientes ganancias entre el destete y los 30 días postdestete.

## **Caracteres relacionados con la calidad de la carne**

Las peculiares características agroclimáticas y productivas españolas (Sañudo y col., 1998) han contribuido a configurar razas ovinas eumétricas de maduración precoz, sacrificándose los corderos a edades tempranas y produciendo canales ligeras de menos de 13 Kg. En la actualidad la demanda de productos de calidad estandarizados y la necesidad de contrastarlos ha llevado a realizar estudios sobre las características de la canal y de la carne de razas ovinas autóctonas (Colomer y Espejo, 1973; Sañudo, 1980; Tovar, 1984; Doménech, 1988; Falagan, 1988; López, 1988; Aparicio y col., 1989; Doménech y col., 1990; Ruiz de Huidobro, 1992; Alcalde, 1995; Vergara, 1996; Peinado, 1998; Cano, 2001)

En relación a algunas de las características de la canal como conformación y calidad, los parámetros que pueden ser incluidos como criterios de selección dentro de un plan de mejora para una raza de aptitud cárnica vendrán dados por aquellas características organolépticas de la misma, y las relativas al rendimiento carnicero de la canal.

En los ovinos, la edad, el peso, el estado de engrasamiento y en algunas situaciones la conformación, son los criterios fundamentales que se toman en cuenta para medir la calidad de la canal (Bennet, 1990; Patterson, 1990).

Concretamente el estado de engrasamiento tiene gran importancia en la calidad del producto obtenido ya que influye en sus características organolépticas y, por otra parte, la sociedad actual toma muy en cuenta todos los factores alimenticios relacionados con su salud (Sañudo y Campo, 1996). En este sentido, se estudia intensamente el efecto del gen Callypigie en ovinos, ya que ha demostrado que produce un gran incremento en el contenido muscular y una disminución del contenido graso, y esto es de gran importancia para la industria del cordero, al menos en países desarrollados (Meyer y col., 1998, Snowden y col., 1998).

En cambio, Thompson y Ball (1997) y Thompson (1998), toman en cuenta la composición de los cortes vendidos al por menor (por ejemplo la proporción de músculo, hueso y grasa) y la calidad visual y sensorial de la carne durante el consumo.

La calidad de la carne, es un carácter poco estudiado desde el punto de vista genético, ya que no dispone de criterios de selección precisos para su posible medida, sin embargo como indica Sierra (1991), debemos mantener este criterio como la mejor defensa de nuestras razas cárnicas especializadas para conseguir las denominaciones de origen.

### **Caracteres relacionados con la reproducción**

En ganado ovino, al igual que en otras especies rumiantes, los costes de producción por hembra reproductora son notablemente superiores a los correspondientes a otras especies monogástricas productoras de carne, por lo que la productividad de la oveja, se basa en el número de corderos destetados y en el peso individual de los corderos al destete (Hanrahan, 1974a; Gabiña, 1989; Sierra, 1991; Bourfia y Echiquier, 1990; Tomas y col., 1990; Lasley, 1993). Sin embargo la productividad numérica o número de corderos producidos por oveja y ciclo es un carácter complejo que incluye a otros más simples y de más fácil manejo como lo son: precocidad sexual, fertilidad, prolificidad, viabilidad de los corderos, estacionalidad sexual, etc. Estos caracteres se componen a su vez, de otros más simples, como son la tasa de ovulación, la fertilización ovular, la mortalidad embrionaria, los niveles de hormonas de la reproducción, el ardor sexual, las características maternas de la oveja, etc.

## **Precocidad sexual**

Este es un parámetro muy importante al condicionar la duración del período improductivo, por lo que su acortamiento puede tener gran interés económico, ya que adelantar el momento en el que un animal se reproduce por primera vez, reduce su período improductivo (Uarte, 1988; Gabiña, 1989); además este adelanto no lleva un acortamiento de la vida productiva de la oveja. Suele existir una cierta controversia respecto a si el adelantamiento de la edad al primer parto puede tener un efecto pernicioso sobre el desarrollo de las hembras y repercutir en la productividad; al respecto Baker y Morris (1982), indican que en tanto en cuanto el manejo sea adecuado, no se produce este efecto pernicioso. Así mismo existe una relación, en las hembras ovinas, entre el desarrollo corporal y el reproductivo, de manera que hembras con mejores índices de crecimiento presentan manifestaciones de celo más tempranas (Dyrmundsson, 1973).

Desde el punto de vista de la genética, es interesante seleccionar la precocidad sexual porque reduce los intervalos generacionales (Barrillet y col, 1981; Gabiña, 1989); sin embargo Sierra (1991) recomienda, a nivel práctico y en nuestras condiciones, hacer un esfuerzo en mejorar este parámetro únicamente mediante métodos extragenéticos, como pueden ser el control hormonal del ciclo sexual, suplementación alimenticia, racional manejo de sementales, reposición procedente de partos de Diciembre a Febrero, etc.

Se ha determinado en la raza Segureña se ha determinado la edad del primer celo fértil. Cruz y col., (1989) la sitúan entre 208 y 457 días, dependiendo de la fecha de nacimiento de la oveja y su condición corporal. A este respecto Falagan (1987a) desprende de su estudio que las nacidas en otoño alcanzan la pubertad a una media de 334 días, mientras que las nacidas en primavera lo hacen a los 235 días. Así mismo Falagan (1987b), encontró que ovejas Segureñas nacidas en otoño, llegaban a la pubertad en la siguiente estación sexual con un peso medio de 30 kilogramos.

## **Fertilidad**

La fertilidad la podemos definir como el número de ovejas que paren por 100 ovejas presentes en la cubrición. Es fácilmente medible, pero de baja heredabilidad, y la selección no es posible más que reduciendo la variabilidad debida al medio.

Dado que el carácter presenta baja heredabilidad, generalmente entre 0,1 y 0,2 (Brash y col., 1994a; Fogarty, 1995), la atención para mejorar la fertilidad del rebaño debe centrarse en actuaciones de manejo y nutrición. Al respecto Folch y col (1987) comprueban que la reducción del tiempo de amamantamiento en primavera permite incrementar la fertilidad.

En la raza Aragonesa, Sierra (1999) indica que en un grupo de ovejas nacidas en primavera y cubiertas a los 9-10 meses de edad, obtuvo una fertilidad de un 53,6 %

## **Estacionalidad sexual**

En la mayoría de las razas ovinas hay un período llamado de anestro estacionario en el cual esta actividad se reduce, siendo ésta una de las principales causas de la estacionalidad de la producción derivada de la explotación.

Las ovulaciones que no presentan manifestación de celo se llaman “celos silenciosos” y son más frecuentes cuando la actividad sexual decrece o comienza (Thimonier y Conie, 1984; Pérez y col, 1980).

## **Prolificidad**

La prolificidad o número de corderos producidos por parto es un importante componente de la productividad ponderal en la oveja, contribuyendo más a la diferencia en el peso total de carne de cordero destetado producido por oveja que, a tasa de crecimiento de los corderos, siendo además de todos los caracteres ligados a la actividad reproductora el que presenta una mayor heredabilidad y repetibilidad.

Autores como Desvignes (1968), la definen como el número de corderos nacidos vivos y muertos, por cada 1000 ovejas que paren. Este carácter reproductivo es el que más interés presenta de cara a la selección, ya que supone el 74-96% del valor económico del progreso genético (Gabiña, 1989). Otros autores (Valls, 1997; Sierra, 1991; Jordana, 1995; Jurado, 1997) consideran que la utilización de estos caracteres en los esquemas de selección como opción principal, para mejorar las aptitudes cárnicas, dan lugar a un incremento del desarrollo corporal y aumento del peso adulto, con el consecuente aumento en las exigencias en lo que a alimentación se refiere.

El factor más determinante en cuanto a la prolificidad es la tasa de ovulación (Land, 1974) y la mortalidad embrionaria; también la prolificidad depende de factores como la estacionalidad sexual. Urarte y col., (1990), describiendo la prolificidad de la raza Latxa, indican el descenso que ésta presenta en las cubriciones de primavera, motivado por una menor tasa de ovulación en esta estación del año. También se ha encontrado que existe una incompatibilidad entre la reducción del intervalo entre partos y el aumento de la prolificidad (Tchamitchian, 1988).

Además parece existir una alta correlación positiva entre la tasa de ovulación y la prolificidad, más evidente en razas de prolificidad baja, por lo tanto, la selección de ovejas de una mayor tasa de ovulación podría estar acompañada de un aumento del número de corderos por parto (Roy y Egea de Prado, 1992).

Los progresos genéticos que se estiman en programas de selección para la prolificidad suelen ser de 0,02 corderos por parto y año (Martínez, 1991). Estas correlaciones crecen a partir de la prolificidad en el segundo parto, de acuerdo con los resultados obtenidos por Gabiña, (1989) en la raza cárnica Aragonesa.

Serradilla y col (1992) obtuvieron con ovejas de raza Segureña un efecto significativo del factor año sobre las prolificidades de los tres primeros partos.

García Lara y col (1992), han comprobado que la selección única hacia el carácter prolificidad ha dado resultados favorables, excluyéndose otro tipo de parámetros que, seleccionados conjuntamente con ésta ocasionan retrasos en dicha selección.

### **Caracteres reproductivos en el morueco**

Con la utilización de las modernas técnicas de cría animal, el inadecuado empleo de los moruecos se convierte en un factor limitante de la producción, así tanto el número de machos como su edad, condición física, conducta sexual y características seminales pueden limitar o hacer fracasar los objetivos de la explotación.

En el desarrollo de programas de mejora, si bien el efectivo de hembras tiene un papel importante, la mayor trascendencia le corresponde a los machos utilizados por la difusión que se hace de los caracteres propios de éstos, ya que cada morueco está destinado a cubrir un elevado número de hembras; en este sentido sabemos que el morueco, contribuye con el 50 por 100 de los genes en la nueva generación, por lo que un fallo en la fertilidad del carnero afectará notablemente la eficiencia del rebaño.

Las características reproductivas del morueco vienen determinadas genéticamente, existiendo grandes diferencias en su actividad sexual tanto a nivel individual como racial (Boland col, 1985). Existen una serie de factores, propios o ajenos al reproductor, que mediatizan la expresión de su potencial como raceador y entre los factores inherentes a los propios animales, se mencionan; la conducta sexual (grado de dominancia, tiempo de reacción ante la cópula y eficiencia de la monta), edad, desarrollo corporal y testicular etc, Así mismo el manejo, alimentación, fotoperíodo, localización geográfica, gradiente climático etc, se consideran ajenos al reproductor.

Por otra parte, el patrimonio genético de razas autóctonas, cuyo régimen de explotación principalmente es de tipo extensivo o semiextensivo, contempla la dominancia como un carácter deseable en los reproductores ya que tiene trascendencia en los resultados reproductivos, al igual que el ardor sexual, el tiempo de reacción a la cópula o líbido, que tiene una componente individual, evidenciándose una relación directa entre ambas y dependiente de la forma en que los machos han sido entrenados y manejados para y durante el acto de monta (Vigil y col, 1985a, Vigil y col, 1985b).

También es conocida la variable actividad sexual del morueco, según la estación, presentando aunque en tono menor que la oveja, una cierta disminución en primavera (Cupps y cols, 1960; Lincoln y Davidson, 1977; Barel y Lapwood, 1978). Es por esto que en España es muy conveniente realizar cubrición en primavera, tanto para alcanzar una mayor intensificación reproductiva como para obtener corderos de mejor precio a la venta en el último trimestre, hecho que aún se mantiene aceptablemente tras la incorporación al Mercado Común Europeo.

Algunos estudios genéticos (Lee y Haley, 1990; Matos y Thomas, 1990; Parnell y Morris, 1994), nos sugieren que la selección del tamaño testicular, mejora indirectamente la



eficiencia reproductiva de la hembra, así como también el uso de un índice para el tamaño testicular ajustado al peso corporal, nos mejora la eficiencia de la producción de corderos.

### **Caracteres maternos**

El comportamiento materno varía de acuerdo a la raza y al ambiente, y puede estar asociado con la capacidad de cría de las razas, en este sentido el componente materno de la capacidad de cría representa repetibilidades y heredabilidades del orden de 0,1 1,01 respectivamente (Fogarty y col, 1987; Piper y col, 1982).

En otro estudio Fogarty (1984) sugiere que la heterosis materna expresada para caracteres reproductivos, en hembras cruzadas, tiende a ser mayor que la heterosis individual. Así mismo, se presume que en ovejas adultas las características maternas, están correlacionadas genéticamente con la viabilidad de los corderos, incluida la duración y dificultad del parto en los casos de corderos simples y la probabilidad de separar el cordero de su madre en aquellos partos dobles (Hinch, 1997).

En España, los caracteres más comúnmente empleados son el instinto maternal, el cual se selecciona de manera subjetiva eliminando directamente las madres negativas, y la aptitud lechera, la cual se selecciona indirectamente tomando en cuenta la ganancia media diaria del cordero del nacimiento a los 30 días de edad ( Sierra, 1991; Jordana, 1995).

En la raza Segureña, el programa de selección actualmente contempla como criterio de selección alternativo, la mejoría de la capacidad de cría de las ovejas, la cual se valora indirectamente como se ha indicado en función de la ganancia media diaria de los corderos del nacimiento a los 30 días de edad (Delgado y col., 2003a)

### **FACTORES DE VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE**

El valor que un carácter medible (crecimiento, producción de leche, prolificidad, etc) toma en un animal, en un determinado momento, no depende solamente de su constitución genética (G), sino también de su medio ambiente o medio de producción (E).

Se describe mediante la siguiente ecuación:

$$P=G+E$$

- P, es el fenotipo del individuo o manifestación visible y medible del carácter.
- G, es su genotipo o valor genotípico
- E, es el efecto del medio ambiente o medio de producción (Minvielle, 1990).

De manera que la expresión de un carácter está influida por factores genéticos y por factores de naturaleza ambiental por lo que, para predecir el valor genético de una característica productiva, es indispensable conocer previamente que tipos de efectos la determinan. Al respecto, Bertrand y Bourdon (1996) indican tres tipos de efectos:

- Fijos, (que son factores identificados que afectan sistemáticamente a grupos de individuos).
- Aleatorios genéticos ( los valores aditivos de los animales)
- Aleatorios no genéticos (efecto ambiental materno permanente, interacción genotipo-ambiente, error residual).

## **EFFECTOS SOBRE LOS CARACTERES DE PESO Y CRECIMIENTO OVINO**

En este grupo se incluyen aquellos factores que pueden ser identificados y cuantificados independientemente y que motivan diferencias sistemáticas en producción en grupos de distintos de animales. De los primeros que se interesaron por su estudio en ovinos fueron sin duda, Lush y Jones, citados por Freeman (1975). A partir de entonces y tomando como referencia el trabajo de Bowman (1966), donde cita 17 experiencias diferentes en ovinos de carne, podemos deducir que casi todos los trabajos en esta área consideran el estudio de estos efectos. Así lo demuestran también, los trabajos de Mantecón y Bermúdez (1991) y Sanz y Baza (1994) en caracteres de crecimiento.

En ovinos autóctonos españoles, se pueden citar los trabajos de Vanderberghe y Rueda (1989) en corderos de raza Gallega tipo montaña, Molina y col., (1991) en corderos de raza Manchega, Ibañes y Thos (1993) en corderos de raza Rubia del Molar en caracteres de crecimiento, Serradilla y col (1992) y Analla y Serradilla (1996) en la raza Segureña, en caracteres de crecimiento y prolificidad Falagan y García de Siles (1986) en la raza Aragonesa, y Sierra (1998) en cordero Merino.

Tomando como referencia las experiencias en ovinos autóctonos como la raza Aragonesa, Segureña y Merino, se puede asegurar que, entre los numerosos factores ambientales que influyen en la producción cárnica, como en la etapa de crecimiento de los corderos, encontramos al rebaño donde tuvo lugar la producción, el año que tiene lugar el parto, la estación del año en que se produce el parto, la edad y número de parto de la oveja, el tipo de parto o número de corderos nacidos y el sexo del cordero nacido. La prolificidad como se ha detallado anteriormente puede verse afectada por el rebaño, año, estación de nacimiento, el número de parto y la edad de la oveja en producción

### **Rebaño**

Se refiere a todos los animales que forman parte de un mismo rebaño y que, por tanto, están sometidos a las mismas condiciones de manejo y experimentan los mismos acontecimientos alimentación, sanidad, manejo. Este factor coincide con el factor ganadería, cuando en esta existe un solo rebaño, en caso contrario hay que definir también el factor ganadería (Sánchez y col, 1995; Analla, 1996).

Una interacción muy común que se toma en cuenta en la producción de ovinos autóctonos, es la interacción triple rebaño-año-estación, para ello es importante contar con un número suficiente de observaciones en cada uno de los niveles de los factores para que se pueda realizar correctamente la corrección estadística de esta interacción (Sierra, 1988).

## **Año**

Se refiere al año en que tiene lugar la medición del carácter considerado. Se pueden encontrar diferencias entre grupos de animales que han producido en diferentes años, o dentro de un mismo animal entre sus producciones correspondientes a años distintos, y sobre todo estas diferencias se deben a todo lo que puede cambiar de un año a otro como son las condiciones climatológicas, manejo, calidad de la mano de obra, etc (Anallla y col., 1995).

## **Mes, Época, Estación**

El mes en el que tiene lugar la producción puede influir en los valores de esta, originando diferencias debidas a algunas de las mismas causas mencionadas para el factor año, ya que estas diferencias presentan una cierta periodicidad de modo que se repitan en los mismos meses, épocas o estaciones entre los distintos años (Valls, 1977).

## **Sexo**

A este factor se le atribuyen las diferencias en crecimiento y pesos entre machos y hembras; el sexo del cordero al nacimiento aunque es un factor genético se toma como fijo, al producir un efecto sistemático sobre las variables productivas, por lo que se le considera como un factor ambiental al momento de su corrección (Carabaño, 1985).

## **Tipo de parto**

El tipo de parto, esto es, el número de corderos habidos en el parto, incide significativamente tanto en la producción lechera de la oveja como en el peso al nacimiento de los corderos y en ambos casos las producciones son superiores en los partos simples; no obstante, y para el caso del peso, la influencia del tipo de parto se va reduciendo a medida que los animales crecen. En este sentido, las diferencias surgen cuando las producciones están asociadas a distintos tipos de parto, ya que éste influye en la producción de leche de la madre, de tal forma que, las hembras de parto sencillo producen menos leche que las de parto múltiple (Carriedo y San Primitivo, 1989). Sin embargo, en el peso de los corderos, los procedentes de partos sencillos pesan más que los procedentes de partos múltiples; estas diferencias son altas al nacimiento, pero se van aumentando a medida que los corderos crecen (Jurado, 1997b).

## **Efectos genéticos aleatorios**

Son aquellos factores no cuantificables separadamente, ya que aunque se conocen las causas en conjunto, no son ni separables ni incluso a veces identificables, suponiéndose que se distribuyen normalmente con media cero y sus varianzas se representan por parámetros como la heredabilidad, la repetibilidad y las correlaciones genéticas, fenotípicas y ambientales (Falconer, 1990; Lasley, 1993).

Estos efectos son ejercidos por factores cuyos niveles son muy difíciles de clasificar fuera de su identificación individual, por tanto su relación causa-efecto sobre la variable en estudio se debe a circunstancias puramente aleatorias, de tal forma que su participación en los análisis suponen una representación aleatoria y simple de un universo, al contrario de lo que ocurre en los factores fijos, cuyos niveles están perfectamente clasificadas estructurando al factor de tal forma que la clasificación de sus efectos se repite una y otra vez (Van der Werf, 1999). Así tenemos como ejemplo, los efectos genéticos aditivos incluidos en un análisis se consideran unas influencias de unos genotipos que se han extraído de manera aleatoria del acervo genético de una población. Por el contrario, el efecto fijo ejercido por la época del año se clasifica de acuerdo a las cuatro estaciones, repitiéndose esta estructura año por año (Camacho, 2002)

### **Efecto genético aditivo directo**

La parte heredable, esto es, la componente genética aditiva directa del valor fenotípico de un animal es la debida a los efectos aditivos de los genes de un individuo, y es sobre esta fracción de la varianza total del carácter a seleccionar sobre la que habrá de trabajar el mejorador. Esta parte heredable se representa por la heredabilidad, que es la proporción de la varianza total cuyas causas son genético aditivas, es decir está dada por efectos aditivos de genes y éstos son los únicos que se transmiten a la descendencia, no así las combinaciones e interacciones de genes que acontecen en la dominancia y epistaxis respectivamente. De hecho, el efecto aditivo es el único efecto genético que no está supeditado a la presencia de alelos concretos en los otros genes (Herrera y Apodaca, 1985)

### **Efecto genético aditivo materno**

Cuando se actúa sobre caracteres en los que incide la influencia materna, los efectos de los factores maternos son una importante fuente de variación tanto genética como ambiental. Así los caracteres de crecimiento medidos en el cordero antes del destete están fuertemente influidos por su madre, ya sea por la alimentación u otros cuidados maternos. Estos efectos maternos son ambientales con respecto al cordero, pero arrojan una predicción del valor genotípico de la madre para sus cualidades maternas, lo que podría ser un criterio de selección para las ovejas, en estos casos, la variabilidad observada para el carácter puede desdoblarse en componentes de varianza directos (debidos al genotipo del cordero) y maternos. Esta influencia materna en el fenotipo de un individuo, sobre todo cuando se trata de caracteres que se expresan al principio de la vida del animal (peso al nacimiento, peso al destete, peso de la camada, etc.) reviste gran importancia para la sobrevivencia y para el crecimiento de las crías especialmente en sistemas extensivos (Le Neindre y col, 1998). Sin embargo, son difíciles de separar de los efectos genéticos directos, y por esta razón en los últimos tiempos han sido objeto de múltiples estudios en los animales domésticos (Dickerson, 1947; Kempthorne, 1955; Koch y Clark, 1955; Wilham, 1963; Falconer, 1964; Eisen, 1967; Van Vleck, 1971; Wilham, 1972; Dickerson, 1974; Fewson, 1974; Hanrahan, 1974b; Thompson, 1976; Van Vleck, 1976, Foulley y Lefort, 1978; Van Vleck, 1978; Wilham, 1980; Cantet y col., 1988; Meyer, 1992; Robinson, 1994; Bromley y col, 2000; Hagger, 2000; Michel y col, 2000; Snowden, 2002; Hanford y col, 2003; Maniatis y col, 2003; Schaeffer, 2003).

Así tenemos que, para la especie ovina, la oveja transmite a su cordero la mitad de sus genes, y a su vez expresa su propio valor genético materno en el peso que adquiere su cordero al destete. Por lo tanto, en caracteres con influencia materna, como el peso y crecimiento al destete, el fenotipo del cordero es la expresión conjunta de dos genotipos: el del propio individuo (su capacidad para crecer), y el de su madre (su aptitud materna). Aunque el cordero del que se tiene el dato sea portador de los genes para la capacidad de cría, estos genes solo se expresarán más tarde si el cordero es una hembra y a su vez ésta tenga descendencia; es decir, desde el punto de vista del cordero, el componente materno es genético con respecto a su madre, pero es ambiental con relación al propio individuo (Willham, 1963; 1972; Falconer, 1990).

### **Efectos aleatorios no genéticos**

Estos efectos son completamente asumidos por el componente ambiental permanente, y son debidos, a la acción ejercida por factores ambientales que se producen de una manera puntual pero su efecto perdura durante toda la vida del animal (Falconer y MacKay, 1996; Cardellino y Robira, 1987), afectando a cualquier expresión del carácter en el animal a partir de que se ha producido su efecto.

### **Efecto ambiental permanente**

Cuando la expresión de un carácter se repite varias veces durante la vida de un animal algunos efectos permanecen de una producción a otra para el mismo individuo. Estos son los efectos permanentes. Dentro de los efectos permanentes están incluidos los efectos aditivos, los efectos genéticos no aditivos y otros efectos que, aun siendo no genéticos, son específicos de cada animal.

### **Efecto residual**

La parte del valor fenotípico de un animal para un carácter dado que no puede atribuirse a alguno de los factores anteriormente citados constituye el residuo. Por lo tanto el error se debe a la incertidumbre, imposible de corregir que acompaña a cualquier medida, y cuando el carácter estudiado no se repite durante la vida del animal ( como los pesos a edades fijas) por lo que la parte debida a efectos genéticos no aditivos se incluye también en este residuo.

## **MODELOS MATEMÁTICOS DE EVALUACIÓN GENÉTICA**

Los distintos modelos de evaluación genética que se han venido utilizando a lo largo del tiempo, cada vez han sido eficaces para predecir los valores genéticos de los animales; ello ha sido posible por un lado, por el desarrollo metodológico alcanzado y por otro lado, los avances conseguidos en el campo de la informática (Van Raden, 1990).

Dentro de las predicciones lineales de los valores de cría, la metodología BLP fue la más evolucionada e implantada. Posteriormente esta metodología evolucionó apareciendo un nuevo método (Henderson, 1975a, y Henderson, 1975b) que ofrecía una mejor

predicción lineal insesgada del valor genético del animal, propiedades que le dieron el nombre al método (Best Linear Unbiased Predictor BLUP), debido a su capacidad de insesgar las predicciones para los efectos fijos.

En general, hoy se sigue manteniendo la valoración por índices sintéticos (mejor predictor lineal BLP) para la selección de madres de futuros sementales, mientras que para la evaluación de sementales se han implantado completamente la valoración por mejores predictores lineales insesgados (BLUP), comenzando por los modelos macho, a los que neutralizaba el efecto del apareamiento no aleatorio, y el modelo abuelo materno, que obviaba el efecto del avance genético de la población (Alenda, 1983).

En la actualidad, se han desarrollado métodos basados en el análisis global de la genealogía, que nos permiten evaluar simultáneamente a los machos y a las hembras, en lo que se conoce como Modelo Animal, a partir del cual ya se están utilizando ciertos avances como el “Modelo Animal para observaciones repetidas” y el “Modelo Animal multicarácter”. En el denominado Modelo Animal (Wiggans, 1990; Simianer, 1994; Ducrocq, 1998), de entre sus principales ventajas podemos citar que utiliza toda la información fenotípica y de parentesco en la evaluación, además permite obtener evaluaciones simultáneas de machos y hembras obteniéndose estimas de valores genéticos de todos los individuos referidos a la misma base de comparación. Su principal inconveniente consistía en resolver un sistema de ecuaciones de gran tamaño (Bejar y col, 1997; Jurado, 1997a).

### **Propiedades del método BLUP**

El BLUP permite estimar simultáneamente, y para un gran número de animales, los valores de cría y los efectos ambientales, sin necesidad de corregir los datos, mediante factores de ajuste. Así la aplicación del modelo matemático a los datos obtenidos conduce a un sistema de ecuaciones múltiples, en el que hay una ecuación para cada combinación de factores ambientales y efectos genéticos (valores de cría). Esto permite obtener estimaciones de los diferentes efectos ambientales, así como de los valores de cría, corregidos.

- El BLUP permite comparar directamente animales de grupos distintos, que difieran tanto por causas ambientales como por causas genéticas, es decir, que tengan valores de cría diferentes. Por ello, el BLUP puede aplicarse a animales de explotaciones diferentes, así como de diferentes generaciones dentro de la misma explotación.
- El BLUP permite utilizar los datos de todos los individuos, sean cuales sean las relaciones de parentesco entre ellos. Basta, simplemente, que estas relaciones de parentesco sean conocidas, para construir con ellas la llamada matriz de coeficientes de parentesco aditivo o simplemente matriz de parentesco, que es incorporada como un dato más en la resolución del modelo matemático.
- El BLUP permite estimar el valor de cría, aún cuando los apareamientos no se hayan efectuado de forma aleatoria. Es suficiente, de nuevo, que este hecho sea

conocido, para ser incorporado en el modelo matemático, como un efecto más. Las estimaciones que se obtengan de los valores de cría estarán automáticamente corregidas, habiendo sido eliminado de ellas el efecto, positivo o negativo.

En conclusión, las propiedades más sobresalientes del BLUP-Modelo Animal (Ducrocq, 1994; Jurado, 1997; Kinghorn, 1997; Binadel, 1998) son:

- Los valores genéticos esperados (EBVs) son generalmente aditivos.
- El BLUP-Modelo Animal corrige los efectos fijos para todos los animales incluidos en el análisis.
- El BLUP-Modelo Animal nos permite calcular las tendencias genéticas, es decir nos permite comparar la media de los valores genéticos esperados en animales nacidos y medidos en diferentes años.
- Toma en cuenta los apareamientos concretos (dirigidos) que se pueden producir en los distintos rebaños.
- Utiliza toda la información disponible tanto productiva como genealógica (uso de información extra).
- Los cambios en la varianza genética como consecuencia de la selección y/o consanguinidad son tenidos en cuenta a través de la matriz de varianzas-covarianzas genéticas.
- El BLUP-Modelo Animal determina la precisión y el error estándar de los valores genéticos esperados (EBVs).

### **Fundamentos genéticos y matemáticos del método BLUP**

La aplicación de la metodología BLUP requiere, en primer lugar, definir el modelo al cual se supedita la predicción del valor genético, y en segundo lugar, establecer y resolver el sistema de ecuaciones que nos proporcionarán los valores de los efectos fijos y aleatorios (Jurado, 1997a) Una vez que se ha definido el mejor modelo de evaluación, el siguiente paso es calcular las predicciones del valor genético de cada animal ( $\hat{u}$ ) y las estimas de los efectos fijos ( $b$ ), es decir el BLUP (mejor predictor lineal insesgado) respectivamente. Ambos son mejores, en el sentido de que minimizan el muestreo de varianza, son lineales, en el sentido de que son una función lineal del fenotipo observado ( $y$ ), e insesgados cuando  $E \text{ BLUE } (B) = b$  y  $E \text{ BLUP } (u) = 0$  (Lynch y Walsh, 1995).

Previo a los análisis BLUE y BLUP se requiere que los componentes de la varianza hayan sido estimados, ya que el BLUP asume que los componentes de varianza calculados, mediante REML u otro método son conocidos (Tuchscherer y Herrendörfer, 1998).

El punto esencial del método BLUP es que los valores fenotípicos (rendimientos) observados en un conjunto de animales son expresados en función de tres tipos de efectos:

- Efectos ambientales conocidos e incorporados en el modelo, tales como edad, sexo, explotación, o un conjunto de ellos; rebaño-año-estación. En el modelo matemático estos efectos se conocen como efectos fijos.
- Efectos genéticos, tales como efectos genéticos aditivos (valor de cría) o de otro tipo. Estos efectos son conocidos en el modelo como efectos aleatorios.
- El resto de efectos, tanto genéticos (no aditivos) como ambientales, se incorporan en el modelo como efectos o desviaciones residuales.

### **El método BLUE y sus propiedades**

Según Robinson (1991) fueron Henderson y cols., (1959) fueron los primeros en demostrar que las ecuaciones de modelos mixtos producían como soluciones (BLUE dos tratamientos) como estimadores de recuperación de la información interbloques además de los predictores (BLUP) de los efectos aleatorios.

Las soluciones obtenidas mediante la utilización del modelo mixto corresponden a dos efectos aleatorios en BLUP y a dos efectos aleatorios en BLUE (es decir que corresponden a soluciones de cuadrados mínimos generalizados (Gama, 2002).

Así tenemos que los BLUE pueden ser empleados como factores de corrección previos al modelo cuando han sido obtenidos a partir de una base experimental lo suficientemente amplia y representativa de la población, y sólo en aquellos factores que muestran unos efectos sistemáticos (Camacho, 2002)

### **El método BLUP en el mejoramiento de la ganadería ovina**

La utilización del método BLUP se ha impuesto como procedimiento de valoración genética en prácticamente todas las especies ganaderas (Carabaño y Alenda, 1990).

En el caso concreto de los ovinos, no es la excepción, puesto que hoy día forma parte de las evaluaciones genéticas en los principales países productores de ovinos. En este sentido, podemos decir que el BLUP-Modelo Animal es el modelo preferido en la valoración genética de los animales en todo el mundo ya que en todas las especies animales incluyendo ovinos, el que mejor describe los efectos genéticos y ambientales que determinan la producción de los mismos (Carabaño y Alenda, 1990; Wiggans, 1990; Uimari y Mantysaari, 1993; Ducrocq, 1998).

Con la resolución de las ecuaciones del modelo mixto al mismo tiempo que se obtienen mejores predicciones lineales insesgadas (BLUP) para los efectos aleatorios, también se consiguen las soluciones de los efectos fijos considerados en el modelo, que ofrecen las propiedades de ser los mejores estimadores lineales insesgados (BLUE) para el resto de los efectos de los distintos niveles de los factores fijos, generalmente conocidos



como no genéticos o ambientales (Long y col, 1989; Bunge y col, 1990; Lynch y Walsh, 1995)

En España el método BLUP se empezó a utilizar en la década de los 80, concretamente en un rebaño de ovejas Merino autóctono localizado en la Dehesa de Castilleras (Jurado y col., 1986).

### **EL BLUP-Modelo Animal**

La metodología denominada AM (Animal Model) es la más apropiada, en la actualidad y con carácter general para la valoración genealógica y productiva disponible de la forma más eficaz, y desde el punto de vista práctico, este método permite obtener la valoración genética más correcta de todos los animales, machos y hembras, con objeto, de elegir aquellos que presenta los valores genéticos más altos. Así tenemos que el BLUP-Modelo Animal se encuentra ligado a un modelo lineal mixto, en este sentido, el primer paso consiste en la notación de dicho modelo, que en su forma más general es un Modelo Animal Simple (Lynch y Walsh, 1995) con la estructura siguiente:

$$Y_i = m + a_i + e_i$$

Se asume solamente un efecto fijo simple ( $m$  = la media de población), donde  $a_i$  es el valor genético aditivo del individuo  $i$ . Este modelo se puede expresar en términos de la siguiente ecuación (Lynch y Walsh, 1995; Carabaño, 1997):

$$Y = Xb + Zu + e$$

$$\text{Var}(u) = G; \text{var}(e) = R; \text{cov}(u, e) = 0$$

$$\text{Var}(y) = V = ZGZ' + R$$

Donde  $Y$  es un vector de  $N$  observaciones disponibles (nótese que  $Y$  puede contener información de uno o varios caracteres),  $b$  es un vector de efectos fijos que incluye efectos ambientales,  $X$  es la matriz asignada para los efectos fijos,  $u$  es un vector de efectos aleatorios (en un caso más general,  $u$  podría incluir otros efectos aleatorios, así como efectos genéticos no aditivos, efectos maternos, efecto ambiental permanente, etc.),  $Z$  es la matriz asignada para los efectos aleatorios,  $e$  es un vector que contiene los efectos residuales,  $X$  y  $Z$  son matrices de identidad o de diseño que definen la distribución de observaciones en los efectos fijos y aleatorios respectivamente,  $G$  y  $R$  son matrices que definen las covarianzas entre efectos genéticos aditivos y efectos residuales, respectivamente  $G = A\sigma_u^2$ ,  $R = I\sigma_e^2$ , en un caso general,  $G$  contendría las matrices de covarianza entre todos los efectos aleatorios del modelo (efectos maternos, efecto ambiental permanente, etc). Una vez definido el Modelo Animal Simple, se asume (Hough y col., 1996) que:

$$E \begin{bmatrix} y \\ u \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{Var} \begin{bmatrix} u \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A(1/\alpha) & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix} \sigma_e^2$$

Donde  $\alpha = \sigma_e^2 / \sigma_a^2$

A = es el numerador de la matriz de parentesco para los animales en u y R = I

La siguiente acción consiste en construir un sistema de ecuaciones que se corresponda con el modelo utilizado, en esta situación (Modelo Animal Simple) (Lynch y Walsh, 1995; Hough y col., 1996., Kinghorn, 1997), quedando de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'A \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix}$$

Donde X'X y Z'X representan a la matriz de incidencia de los efectos fijos, X'Z y Z'Z a la matriz correspondiente a efectos aleatorios A<sup>-1</sup> es la inversa de la matriz de covarianzas de u,  $\alpha$  se ha definido anteriormente, b y  $\hat{u}$  son los vectores para las predicciones de los efectos fijos y aleatorios respectivamente y, X'Y, Z'Y representan la matriz correspondiente a los valores fenotípicos. Henderson (1963, 1973, 1984) le llamó a este tipo de expresiones, Ecuación de Modelos Mixtos (EMM).

Lo que se pretende es predecir unos valores reales aleatorios ( $\hat{u}$ ), a partir de una función lineal con datos y, de modo que la diferencia que se obtenga entre el verdadero valor y el valor predicho sea la mínima, y una vez que el sistema de ecuaciones se resuelve con el mínimo error, obtenemos como resultado el BLUP y el BLUE para  $\hat{u}$  y para b respectivamente (Analla, 1996). Por esto el método de estimación BLUP (Henderson, 1973), conjuntamente con la metodología del Modelo Mixto (Henderson, 1974) vienen a constituir el fundamento estadístico en el que se apoya el Modelo Animal (Quass y Pollak, 1980), y lo que intensificó su empleo fue el desarrollo de un método rápido para generar la inversa de la matriz de parentesco (A<sup>-1</sup>) (Henderson, 1975, 1976).

Aunque ya se ha avanzado en los logros de la mejora genética animal por medio de la biotecnología, aún se sigue avanzando en la genética cuantitativa que si bien no cambia en sus fundamentos sí lo hace en su capacidad y precisión de cálculo (Delgado y col, 1995)

También el desarrollo computacional permite introducir los conceptos de la estadística Bayesiana en el cálculo, con lo cual se está abordando con precisión el estudio de los caracteres discretos; en este campo tenemos los trabajos de (Gianola, 1990).

## **TENDENCIAS GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS**

### **Estimación de la tendencia genética y ambiental**

La tendencia genética depende, de varios factores, como el método de valoración genética utilizado, el tipo de información incluida en el modelo, el método de agrupar a los animales por su base genética y, de los valores de los componentes de la varianza que se utilizan en el análisis. Esta tendencia genética nos permite medir la velocidad de progreso genético conseguido en una población determinada, lo cual nos ayuda a contrastar los resultados obtenidos en función del esquema de selección propuesto, de forma que se pueda corregir cualquier desviación de lo esperado (Cañón, 1989)

La tendencia genética puede calcularse promediando los valores genéticos de los animales que han nacido en un año específico, a través de la regresión de estas medias anuales sobre cada uno de los períodos de tiempo (año), obteniéndose el cambio medio anual (Johnson y Garrick, 1990; Delgado y col, 1997; Silva y col, 1998; Aslaminejad, 1999). La valoración genética estimada a través del BLUP-Modelo Animal nos permite separar la tendencia genética y ambiental (Erasmus, 1990; Johansson y Sorensen, 1990), permitiéndonos medir la velocidad de progreso genético conseguido en una población determinada, y contrastar los resultados obtenidos en función del esquema de selección propuesto.

## **PROGRAMAS DE EVALUACIÓN GENÉTICA**

### **Aplicaciones de las evaluaciones genéticas**

La predicción confiable del valor genético de cada individuo en una población es un factor de fundamental importancia para lograr el mejoramiento genético de esa población. En la actualidad, las evaluaciones genéticas que involucran grandes poblaciones son la manera más adecuada para hacer comparaciones entre animales criados bajo condiciones diversas dentro de un país o región, para una raza específica. La predicción de los valores genéticos para los objetivos de mejoramiento es corolario natural de todo el proceso de colecta de informaciones productiva y genealógica y una etapa indispensable de los procesos de selección de modo que esta pueda ser practicada de forma clara y objetiva, y actualmente la utilización del BLUP-Modelo Animal, es la metodología estándar de evaluación genética en todas las especies y tipos de producción (Gama, 2002).

### **Catalogo de sementales**

El producto más visible de las evaluaciones genéticas son los resúmenes o sumarios de sementales, estos son los listados con predicciones genéticas, valores de confiabilidad y otra información útil acerca de los sementales en una raza. Los catálogos varían en formato de especie a especie y de raza a raza. Siendo una publicación periódica que contiene la predicción del valor genético de los sementales en control para los caracteres de interés,

con una medida de precisión que puede venir expresada incluso en porcentajes (Bejar y col, 1997).

La presentación de las evaluaciones genéticas puede ser individual y detallada de cada animal, o la presentación de resúmenes con los mejores animales. En cualquiera de los casos, la información mínima incluye: el nombre del animal, y los valores genéticos con sus correspondientes exactitudes, para las características por separado o en forma de índices. Por lo que algunos catálogos reportan los valores para el posible cambio (possible change); sin embargo, lo importante es que se observe la relación que tiene con la exactitud, ya que a mayor exactitud, mayor confianza y menos cambios posibles en los valores en una evaluación siguiente (Vega y Ramírez, 2003).

Los catálogos de sementales son importantes, principalmente para la selección ya que a través de ellos se incrementa la efectividad de la selección de dos formas:

- Expandiendo la cantidad de sementales disponibles y por lo tanto incrementando la intensidad de la selección.
- Usando grandes cantidades de datos para la predicción genética y por lo tanto incrementando la confiabilidad.

## MATERIAL Y METODOS



Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS)

## MATERIAL Y METODOS

### Descripción del material animal

El trabajo aquí presentado se enmarca dentro del convenio de colaboración científica y técnica entre la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS) y la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Córdoba.

Para el presente estudio se ha utilizado como base de información el archivo histórico de 30,214 registros productivos obtenidos en el Núcleo de control de rendimientos entre los años comprendidos entre 1988 y 2003.

El manejo de animales fue similar entre ganaderías y el promedio de tamaño de éstas oscila desde 50-60 a 450-500 ovejas. Se utilizó el sistema de tres partos cada dos años, con cubriciones mediante monta natural dirigida e inseminación artificial.

Los partos ocurren durante todo el año y a las 24 horas siguientes al parto, los corderos son identificados y pesados, registrando los siguientes datos; fecha de nacimiento, sexo, tipo de parto, peso al nacimiento, número de identificación provisional del cordero, así como número de identificación del padre y de la madre.

### Metodología de control

Una vez que suceden las pariciones, se llevan a cabo los controles individuales de peso de los corderos al nacimiento (PN), y a los 30 (P30), 45 (P45) y 75 (P75) días de edad, de acuerdo a las directrices del esquema de selección, considerados como pesos al nacimiento, destete precoz, destete tardío y sacrificio.

Las pesadas en fechas reales fueron tipificadas a los días mencionados utilizando el método de normalización de pesos ajustados a edad fija (Gama y col, 2001), que permite convertir el peso de los animales a una edad determinada (IDP), admitiendo que los animales tienen un peso medido a una determinada edad (PDO), que la edad del animal en el peso medido es (IDD) y que existe un peso medido en el control anterior (PAD) obtenido a la edad en el control anterior (IDPA). Esta expresión sería de la siguiente forma:

$$\text{Peso ajustado a una edad: } PDO + \frac{PDO-PAD}{IDD-IDPA} * (IDP-IDD)$$

donde:

PDO: Peso medido a una determinada edad

PAD: Peso medido en el control anterior

IDPA: Edad en el control anterior

IDP: Edad en la que se quiere tipificar

Las tasas de crecimiento entre los períodos; (GMD 0-30), (GMD 0-45), (GMD 0-75); (GMD 30-45); (GMD 45-75) días de edad, se han calculado restando los pesos respectivos

y dividiendo la diferencia obtenida por el número de días. De acuerdo con (Galal, 1968) esta expresión sería de la siguiente manera:

$$\text{GMD} = \frac{\text{Peso2} - \text{Peso1}}{\text{Día2} - \text{Día1}}$$

Donde los Días2- Días1, representa el intervalo en días entre las dos pesadas.

### **Almacenamiento y preparación de los datos.**

Los datos productivos una vez recogidos en las diferentes ganaderías por el controlador oficial, fueron llevados al centro informático de la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS), donde se sistematizaron en ficheros de base de datos, que contenían información de los corderos, ovejas y moruecos. La genealogía de los animales se consideró a través del libro genealógico de la raza Segureña.

La base de datos correspondiente a los corderos presentó la siguiente información: identificación y sexo del cordero; identificación del padre y de la madre; ganadería a la que pertenece el cordero, el padre y la madre; edad en la fecha de cubrición y tipo de parto de la madre, año, época de nacimiento, fechas y pesos al nacimiento, a los 30, 45, y 75 días del cordero y, los pesos normalizados a los 30,45 y 75 días.

La información de la base de datos de los moruecos incluía: el período de valoración, la tasa de crecimiento normal y estandarizada, para el promedio de hijos machos y hembras, del nacimiento a los 30 días, de los 30 a los 45 y de los 45 a los 75 días de edad.

La información de las ovejas incluía: la identificación de la oveja, identificación del morueco con el que se apareó, fecha de cubrición, tipo y fecha de parto, sexo de la cría, la tasa de crecimiento de 0 a 30 días, de 0 a 45 días y de 0 a 75 días de edad.

### **Equipos informáticos empleados**

Una vez depurados los datos descritos, se procedió a su análisis y realización de cálculos y redacción del presente, utilizando un PC Pentium (R) 4 con velocidad de 2.4 GHz, con 512 MB de memoria RAM.

#### **Paquetes informáticos empleados ( Software)**

Para la preparación y depuración de las bases de datos, el estudio de los estadísticos descriptivos, análisis de la varianza, cálculo de las tendencias genotípicas y fenotípicas, los cálculos fueron desarrollados utilizando el paquete estadístico SAS, en su versión 6.12.

Para la obtención de los Valores Genéticos y BLUE se empleó el paquete MTDFREML (Boldman y col., 1995).

## Estadísticos descriptivos

Para los caracteres del peso vivo al nacimiento, 30, 45 y 75 días, así como para las ganancias medias diarias entre los períodos 0-30, 0-45, 0-75, 30-45 y 45-75 días, se han estimado los estadísticos descriptivos más relevantes (de tendencia central y dispersivos), como es el tamaño de la muestra (n), la media (m), desviación típica y el coeficiente de variación (cv).

Para obtener la representación de la evolución del peso vivo del cordero en las diferentes etapas estudiadas, se utilizó la “curva de crecimiento” mediante ajustes de regresión de acuerdo con la ecuación lineal determinada por la expresión  $Y = a + bx$  (Molina, 1992)

Los cálculos han sido desarrollados utilizando el procedimiento PROC MEANS del paquete estadístico SAS. Versión 6.12.

## Análisis multifactoriales de efectos fijos y prueba de homogeneidad de medias “a posteriori”

Para la realización del análisis multifactorial se planteó un modelo de análisis de la varianza que incluyó como efectos fijos los siguientes factores e interacciones:

Rebaño, Año, época, sexo, tipo de parto, regresión lineal y cuadrática con el número de parto.

➤ El modelo matemático se denota mediante la siguiente ecuación.

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + A_j + E_k + S_l + T_m + \beta * N_{ijklm} + \beta^2 * N_{ijklm} + E_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$ : representa el dato productivo

$\mu$ : representa la media de todos los pesos o crecimientos estudiados

$R_i$ : efecto fijo del factor rebaño

$A_j$ : efecto fijo del factor año

$E_k$ : efecto fijo del factor época

$S_l$ : efecto fijo del factor sexo

$T_m$ : efecto fijo del tipo de parto

$\beta * N_{ijklm}$ : efecto de la regresión lineal con el número de parto



$\beta^2 * N_{ijklm}$ : efecto de la regresión cuadrática con el número de parto

$E_{ijklmno}$ : representa el error aleatorio residual

La solución de este modelo se realizó a través del modelo lineal general, utilizando el procedimiento PROC. GLM del paquete estadístico SAS en su versión 6.12.

Así mismo se realizaron pruebas “ a posteriori” de Tuckey para comprobar los grupos de homogeneidad entre los distintos niveles de los factores estudiados.

### **Análisis simples de efectos fijos**

Con el objeto de utilizar el coeficiente determinativo como medida de la varianza total explicada por el factor de variación se plantearon una serie de modelos simples de análisis de la varianza para los siguientes efectos fijos:

Rebaño, año, época, tipo de parto, número de parto

- El modelo simple general queda establecido de la forma siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + ESF_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = representa el dato productivo

$\mu$  = Media de la población para cada variable

$ESF_i$ : Efecto simple del factor “j”

$E_{ij}$  = representa el error aleatorio

Estos modelos fueron analizados mediante el Modelo Lineal General en el procedimiento PROC. GLM del paquete estadístico SAS versión 6.12. Así para cada uno de los modelos se obtuvo el coeficiente determinativo ( $R^2$ ) para ser utilizado como criterio cuantitativo para evaluar los efectos simples de los factores.

### **Calculo de parámetros genéticos y Mejores Estimadores Lineales Insesgados “BLUE” de los efectos fijos.**

Los pesos y crecimientos se analizaron mediante un modelo animal con efectos maternos, que incluye los efectos fijos mencionados con anterioridad más los siguientes efectos aleatorios: el efecto genético aditivo directo ( $\sigma_a^2$ ), el efecto genético aditivo materno ( $\sigma_m^2$ ), y el efecto ambiental permanente ( $\sigma_c^2$ ).

- La ecuación del modelo mixto que incluye efectos fijos y aleatorios, queda representada como:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + (RxA)_{ij} + E_{pj} + S_l + T_m + b \cdot Ed_{ijklmnop} + \beta^2 \cdot N_{ijklmnop} + a_n + m_o + c_p + E_{ijklmnop}$$

Donde  $Y_{ijklmnop}$  = al peso y/o crecimiento del cordero n, que nació en el rebaño i, el año j, en la estación k, en un parto del tipo n y que es de sexo l.

$\mu$  = la media de todos los pesos y/o crecimientos estudiados.

$(RxA)_{ij}$  = al efecto de la interacción rebaño-año.

$E_{pj}$  = al efecto de la época en que tuvo lugar el parto.

$R_k$  = al efecto del rebaño sobre el cordero (alimentación, manejo, sanidad, etc)

$S_l$  = al efecto sexo del cordero

$b \cdot Ed_{ijklmnop}$  = al efecto de la regresión lineal con la edad de la madre

$\beta^2 \cdot Ed_{ijklmnop}$  = al efecto de la regresión cuadrática con la edad de la madre

$T_m$  = al tipo de parto que tuvo la madre (simple o doble)

$a_n$  = al efecto genético aditivo directo del cordero n, con media = 0 y varianza =  $\sigma_a^2$

$m_o$  = al efecto genético aditivo materno de la madre del cordero n, con media = 0 y varianza =  $\sigma_m^2$

$c_p$  = al efecto ambiental permanente que es común a todos los corderos destetados por la misma oveja p, con media = 0 y varianza =  $\sigma_c^2$  y,

$E_{ijklmnop}$  = al efecto de todos los factores no explicados por el modelo, con media = 0 y varianza =  $\sigma_e^2$

- La ecuación del modelo expresada en notación matricial fue la siguiente:

$$y = Xb + Z_a a + Z_m m + Z_c c + e,$$

Donde Y es un vector (n x 1) que contiene los pesos y crecimientos de todos los corderos; b es un vector que contiene todos los efectos fijos citados anteriormente; X es una matriz de incidencias que relaciona el dato de un determinado cordero con los efectos fijos; a y m son vectores de efectos genéticos directos y maternos respectivamente donde se incluyen todos los individuos a evaluar; Z<sub>a</sub> y Z<sub>m</sub> son matrices de incidencia que relacionan el dato con el valor genético directo del cordero y el valor genético materno de su madre respectivamente; Z<sub>c</sub> es una matriz de incidencias que relaciona los efectos ambientales

permanentes con corderos pesados (**c**) y el peso-crecimiento de los mismos. Por último, **e** es un vector de residuos.

La estructura de los diferentes efectos que conformaron el modelo en términos de varianza-covarianza quedó de la siguiente forma:

$$E \begin{bmatrix} a \\ m \\ c \\ e \end{bmatrix} = 0 \quad \text{Var} \begin{bmatrix} a \\ m \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\alpha_a^2 & A\alpha_{am} & 0 & 0 \\ A\alpha_{am} & A\alpha^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1c\alpha^2c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & In\alpha^2e \end{bmatrix}$$

Donde **A** es el numerador de la matriz de parentesco genético aditivo; **Ic** y **In** son matrices de identidad de tamaño igual al número de madres (**c**) y al número total de registros (**n**) respectivamente;  $\alpha_a^2$  es la varianza genética aditiva directa;  $\alpha_m^2$  y  $\alpha_c^2$  son las varianzas genética aditiva materna y ambiental permanente de la madre respectivamente;  $\alpha_{am}$  es la covarianza entre los efectos genético aditivo directo y genético aditivo materno y,  $\alpha_e^2$  es la varianza residual.

Las Ecuaciones del Modelo Mixto (EMM), que se derivaron como resultado del análisis de varianza y covarianza de acuerdo con el modelo animal con efectos maternos descrito anteriormente, se expresan de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Za & X'Zm & X'Zc \\ Z'aX & Z'aZa + A^{-1}\alpha1 & Z'aZm + A^{-1}\alpha2 & Z'\alpha Zc \\ Z'mX & Z'mZa + A^{-1}\alpha2 & Z'mZm + A^{-1}\alpha3 & Z'mZc \\ Z'cX & Z'cZa & Z'cZm & Z'cZc + 1\alpha4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ \hat{a} \\ m \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'ay \\ Z'my \\ Z'cy \end{bmatrix}$$

**MATRIZ DE COEFICIENTES**

**INCOGNITAS**

Donde las alfas representan el cociente de las varianzas del error y la varianza aditiva directa ( $\alpha1$ ), la covarianza genética entre efecto directo y materno ( $\alpha2$ ), la varianza aditiva materna ( $\alpha3$ ), y la varianza del efecto permanente o ambiental materno ( $\alpha4$ ).

Para la resolución de este sistema de ecuaciones y las evaluaciones se utilizó el programa MTDRLM, Múltiple Trait Derivate Free Restricted Maximun Likelihood desarrollado por Boldman y col, (1995), mediante metodología BLUP Modelo Animal y procedimientos iterativos; se obtuvieron las predicciones BLUP de los efectos genéticos directos ( $\hat{a}$ ) y maternos (**m**) de todos los animales incluidos en la matriz de parentesco y de

los moruecos seleccionados como reproductores bajo criterios de selección masal. Simultáneamente se obtuvieron las soluciones de las incógnitas de los efectos fijos del sistema de ecuaciones del modelo mixto a fin de obtener los Mejores Estimadores Lineales Insesgados (BLUE) para cada uno de los niveles de los efectos fijos incluidos en el modelo, con sus respectivos niveles (b), corregidos para todos los caracteres valorados y donde el número de parto de la madre fue considerado como covariable por lo que las soluciones se expresan en desviaciones con respecto a la media. Como valores de arranque se utilizan los promedios obtenidos de la bibliografía, (ver tabla 1), debido a que la estructura de los datos no nos permitió estimar parámetros propios.

**Tabla 1. Parámetros genéticos utilizados en la evaluación genética de los caracteres de peso y crecimiento (estimados a partir de datos bibliográficos).**

	Pesos (Kg)			Ganancia media diaria (gr/d)		
	P30	P45	P75	GMD30	GMD45	GMD75
Varianza fenotípica	2,149	2,737	6,43	0,00149	0,00147	0,00145
Varianza Aditiva Directa	0,6447	0,8211	1,286	0,000447	0,000441	0,00029
Varianza Aditiva Materna	0,4298	0,5474	0,643	0,000298	0,000294	0,000145
Covarianza entre valores aditivos directos y maternos	-0,2632	-0,33521	-0,45467	-0,000182487	-0,000180037	-0,00010253
Varianza Ambiental Permanente	0,10745	0,13685	0,0643	0,0000745	0,0000735	0,0000145
Varianza Ambiental	1,230248	1,566863	4,89137	0,000852987	0,000841537	0,00110303
Heredabilidad directa	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
Heredabilidad Materna	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
Correlación entre efectos directos y maternos	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
Efecto Ambiental Permanente	0,05	0,05	0,01	0,05	0,05	0,01

Modelo aplicado; Modelo Animal con Efectos Maternos:

Efectos aleatorios: Valores genéticos directos y maternos, efecto ambiental permanente

Efectos Fijos: Combinación Rebaño-año; tipo de parto, época de parto, sexo del cordero y edad de la oveja (covariable lineal y cuadrática).

#### ESTIMACIÓN DE TENDENCIAS GENÉTICAS Y FENOTÍPICAS

De los valores genéticos calculados en el esquema de selección se ha obtenido la tendencia genética en los caracteres de peso y crecimiento, utilizando los valores genéticos promedio (directos y maternos) con respecto al año de nacimiento de los animales en los años 1994 a 2003.

Por su parte, la tendencia fenotípica estimada para los mismos caracteres que la genética, se ha obtenido para aquellos animales con información productiva conocida, tomando en cuenta los valores fenotípicos promedio obtenidos en los años 1998-2003, Estos valores se regresionaron de manera ponderada por el número de individuos por año, para todos los caracteres estudiados. En el cálculo de las ecuaciones de tendencias se ha utilizado el PROC. REG del paquete estadístico SAS en su versión 6.12.



## RESULTADOS



Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS)

## RESULTADOS

### Estadísticos descriptivos

Basándonos en los valores de los diferentes pesos y ganancias medias a lo largo del desarrollo y crecimiento de los corderos de la raza Segureña, la evolución mostrada por las distintas variables estudiadas en el total de la población se pone de relieve en la tabla 2.

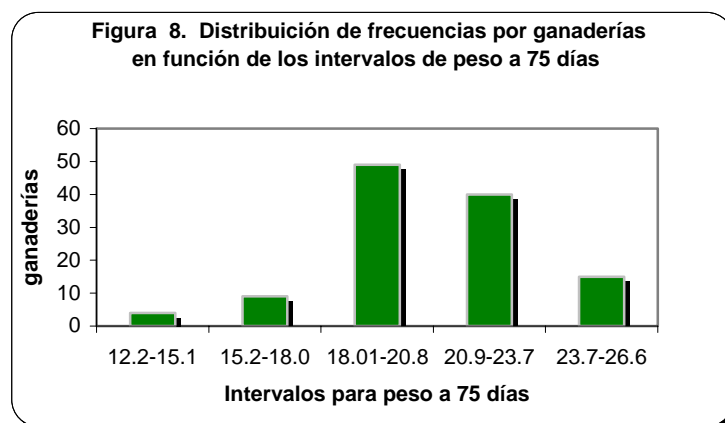
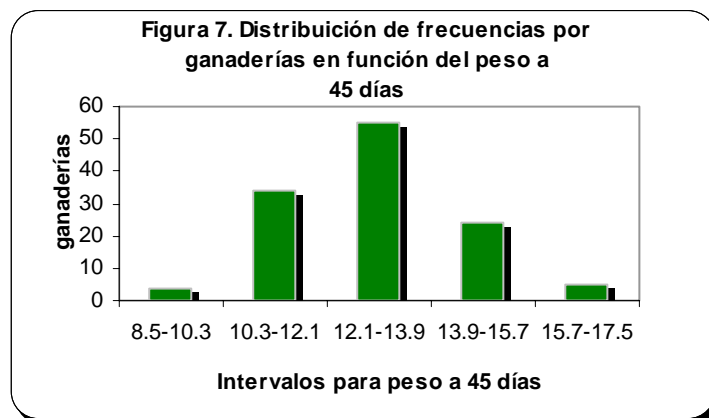
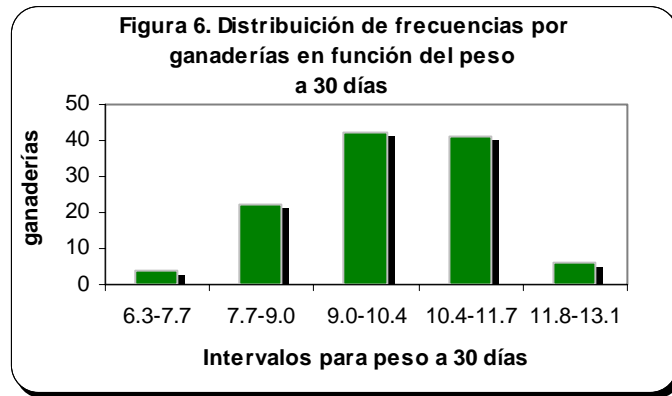
**Tabla 2. Media, desviación estándar, y coeficiente de variación para caracteres de peso (kg) y crecimiento (gr/d) en corderos Segureño.**

Carácter	Muestra	Media	Desviación Típica	C.V. (%)
PN	11280	3.53	0.69	19.69
P30	11280	9.60	2.00	20.94
P45	11280	12.74	2.51	19.92
P75	11280	20.43	3.96	19.65
GMD 0-30	11280	203.48	63.71	31.51
GMD 30-45	11280	209.61	73.48	35.30
GMD 45-75	11280	256.18	65.26	25.95
GMD 0-45	11280	205.13	53.99	26.51
GMD 0-75	11280	225.78	51.88	24.58

En estos resultados, se presentan la media como medida de tendencia central, y la desviación típica y el coeficiente de variación porcentual como medidas de dispersión. Destacamos que se ha utilizado la base de datos completa.

Es de resaltar el importante nivel de variabilidad fenotípica observada para todos los caracteres estudiados, como demuestran los valores de los coeficientes de variación con valores entre 19.69% para el peso al nacimiento y 35,30% para las ganancias entre 30 y 45 días respectivamente.

Con la intención de definir los niveles productivos de las ganaderías para las variables de peso y crecimiento estudiadas, seguidamente podemos observar en las figuras 6,7,8 la distribución de frecuencias de ganaderías para unos rangos de pesos y ganancias establecidas; se elude el peso al nacimiento por no considerarse una variable comercial.

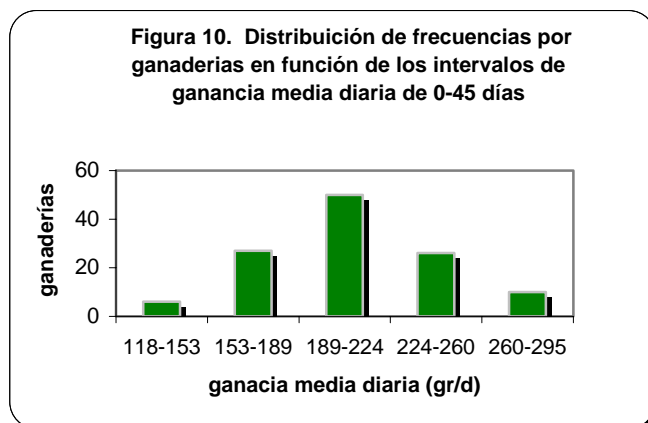
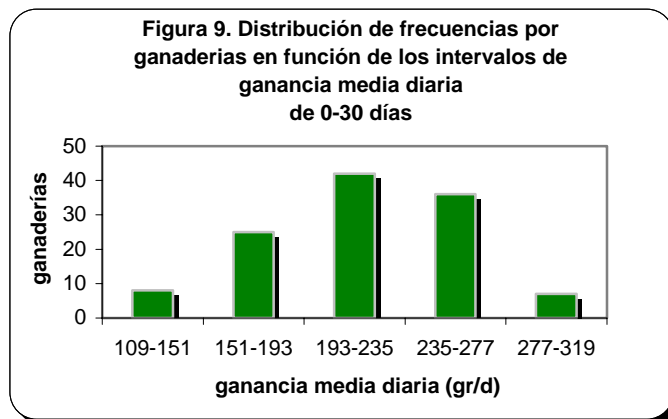




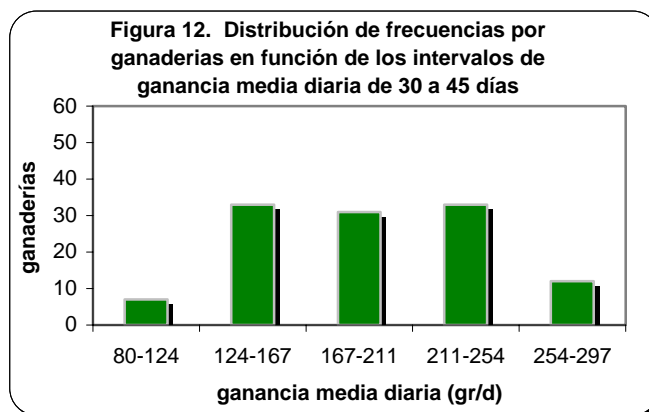
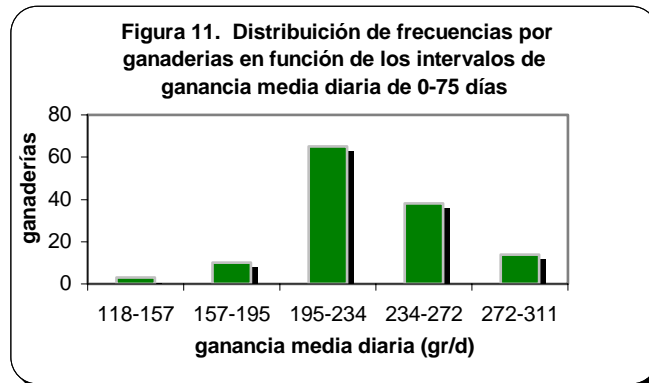
La mayor frecuencia de ganaderías se concentra en un intervalo entre los 9 kilos y los 11,7 kilos para el peso a los 30 días, y entre los 18 kilos y los 23,7 kilos para el peso a los 75 días.

Sin embargo la frecuencia máxima de ganaderías en el peso a los 45 días está más definida en un rango entre 12,1 y 13,9 kilos.

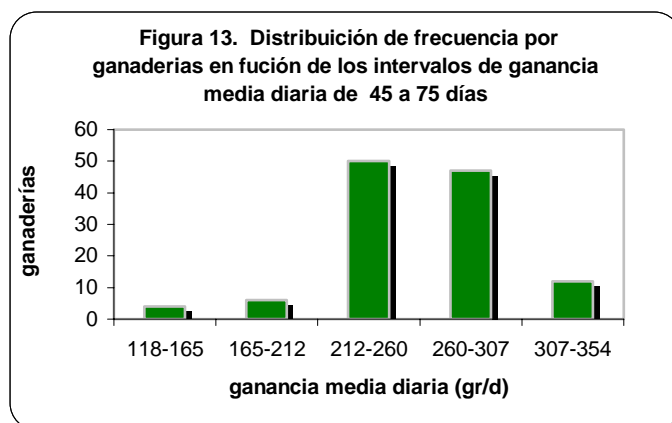
En las figuras 9 y 10, se muestran evidentes picos en la distribución de frecuencias de ganaderías, demostrándonos una homogeneidad de crecimiento en estos rebaños, principalmente los mayores rangos se concentran en ganancias entre 189,3 a 235,7 gramos por día.



Para la Figura 11, se percibe un ligero comportamiento irregular en los primeros rangos y un evidente pico en las ganaderías que exhiben el rango de 195,6 a 234 gramos por día. En la Figura 12, se aprecia una distribución en todos los rebaños, sin embargo al inicio y al final se muestran unos rangos que descienden.



En la Figura 13, se observa una representación gráfica con un marcado sesgo hacia la cola derecha y la disminución drástica en los rangos de entre 118,5 a 165,8 gramos por día.



## Análisis Multifactorial

En la Tabla 3, se muestran los valores de “F” obtenidos en el análisis multifactorial de efectos fijos realizado. En ella se aprecia que todos los efectos fueron altamente significativos, en niveles máximos ( $p < 0,0001$ ), al igual que los coeficientes de regresión lineal y cuadrático con el número de parto. Esta situación fue estable para todas las variables en estudio, por tanto, resultó recomendable la introducción de todas ellas en el modelo de análisis genético posterior.

**Tabla 3. Análisis de varianza multifactorial para los factores de variación estudiados en peso y crecimiento de corderos Segureño.**

Efecto	Niveles	Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)					Pr >F
		P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75	
Rebaño	119	27.42	22.29	21.92	29.02	23.12	22.74	19.33	18.85	0.0001
Año	5	57.11	40.62	23.90	36.05	29.54	20.76	18.93	33.83	0.0001
Epoca	3	24.16	18.71	25.70	31.63	23.78	29.07	4.49	22.09	0.0001
Sexo	1	282.85	413.10	614.74	191.29	330.87	550.92	297.11	544.18	0.0001
TP	2	1077.30	818.50	513.10	328.01	319.65	255.37	98.14	89.22	0.0001
NP	1	67.35	68.71	46.85	42.61	50.07	37.10	24.13	10.59	0.0001
NP <sup>2</sup>	1	40.69	39.17	22.95	24.71	27.47	17.26	11.71	2.99	0.0001
Error	11171									

P30,P45,P75= Peso a 30, 45 y 75 días respectivamente; GMD 0-30= Ganancia media diaria del nacimiento a 30 días de edad;

GMD 0-45=Ganancia media diaria del nacimiento a 45 días de edad; GMD 0-75= ganancia media diaria del nacimiento a 75 días de edad; GMD 30-45= ganancia 30 a 45 días; GMD 45-75= ganancia 45 a 75 días.

TP= Tipo de parto; NP= Número de parto; NP<sup>2</sup> = Número de parto como covariable

A continuación, las tablas 4,5,6, y 7 muestran los resultados de los test de Tuckey de homogeneidad de medias “a posteriori” realizadas tras los análisis multifactoriales. En ellas se destacan los grupos de homogeneidad establecidos para cada variable en estudio utilizando letra minúscula en superíndice.

Para el factor año se aprecia la formación de solo dos grupos de homogeneidad en la ganancia media diaria 30-45 y 45-75, y tres grupos en el peso a 45, siendo el resto más diferenciados con la formación de 4 y 5 grupos. En ningún caso la formación de grupos fue correlativa.

**Tabla 4. Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerados año de nacimiento.**

Año	Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)				
	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75
1998	9.05 <sup>cd</sup>	12.08 <sup>c</sup>	19.39 <sup>d</sup>	175.92 <sup>d</sup>	201.95 <sup>b</sup>	184.63 <sup>d</sup>	208.29 <sup>d</sup>	243.75 <sup>b</sup>
1999	9.52 <sup>b</sup>	12.52 <sup>bc</sup>	19.71 <sup>cd</sup>	188.19 <sup>cd</sup>	199.95 <sup>b</sup>	192.04 <sup>cd</sup>	211.09 <sup>d</sup>	239.64 <sup>b</sup>
2000	10.58 <sup>a</sup>	13.45 <sup>a</sup>	21.42 <sup>a</sup>	233.66 <sup>a</sup>	219.55 <sup>a</sup>	191.34 <sup>b</sup>	237.99 <sup>a</sup>	265.63 <sup>a</sup>
2001	9.41 <sup>b</sup>	12.73 <sup>b</sup>	20.46 <sup>b</sup>	200.36 <sup>b</sup>	221.27 <sup>a</sup>	207.32 <sup>b</sup>	227.55 <sup>a</sup>	257.86 <sup>a</sup>
2002	9.30 <sup>bc</sup>	12.34 <sup>bc</sup>	20.20 <sup>bc</sup>	195.84 <sup>bc</sup>	202.84 <sup>b</sup>	198.16 <sup>bc</sup>	223.68 <sup>bc</sup>	261.96 <sup>b</sup>
2003	8.94 <sup>d</sup>	12.39 <sup>bc</sup>	19.56 <sup>cd</sup>	182.84 <sup>de</sup>	229.89 <sup>a</sup>	198.51 <sup>bc</sup>	214.70 <sup>cd</sup>	238.98 <sup>b</sup>

Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes (P<0.05)

La estación de nacimiento del cordero que se muestra en la Tabla 5, indica que los corderos nacidos en Invierno y Primavera son más pesados que los nacidos en Verano y Otoño, debido a la buena condición corporal de las madres y a la abundancia de alimento disponible durante la estación de Primavera.

**Tabla 5. Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerados época de nacimiento: Invierno, Primavera, Verano, Otoño).**

Época	Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)				
	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75
I	10.30 <sup>a</sup>	13.31 <sup>a</sup>	21.37 <sup>a</sup>	225.66 <sup>a</sup>	217.33 <sup>a</sup>	237.86 <sup>a</sup>	200.70 <sup>b</sup>	268.63 <sup>a</sup>
P	9.67 <sup>b</sup>	12.70 <sup>b</sup>	19.98 <sup>b</sup>	204.50 <sup>b</sup>	203.57 <sup>b</sup>	219.20 <sup>b</sup>	201.74 <sup>b</sup>	242.64 <sup>c</sup>
V	8.74 <sup>d</sup>	12.07 <sup>d</sup>	19.54 <sup>c</sup>	177.17 <sup>d</sup>	192.07 <sup>c</sup>	214.88 <sup>c</sup>	221.89 <sup>a</sup>	249.08 <sup>b</sup>
O	8.97 <sup>c</sup>	12.24 <sup>c</sup>	19.45 <sup>c</sup>	183.21 <sup>c</sup>	194.80 <sup>c</sup>	213.02 <sup>c</sup>	218.02 <sup>a</sup>	240.35 <sup>c</sup>

Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes (P<0.05)

En la Tabla 6 se recoge la comparación de medias para los factores considerados en el modelo, donde se observa que el sexo del cordero tiene influencia desde el peso a 45 días, siendo los machos (12,88 Kg ) más pesados que las hembras (12,66 Kg ); así mismo para los períodos de ganancias medias diarias se muestran resultados similares, donde solo en la etapa de 0 a 30 días las hembras ganaron ligeramente peso respecto a los corderos machos.

**Tabla 6. Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerados sexo del cordero.**

Sexo	Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)				
	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75
Hembra	9.67 <sup>a</sup>	12.66 <sup>b</sup>	20.20 <sup>b</sup>	206.28 <sup>a</sup>	203.94 <sup>b</sup>	222.81 <sup>b</sup>	199.27 <sup>b</sup>	251.09 <sup>b</sup>
Macho	9.38 <sup>b</sup>	12.88 <sup>a</sup>	20.87 <sup>a</sup>	195.72 <sup>b</sup>	208.23 <sup>a</sup>	231.48 <sup>a</sup>	233.32 <sup>a</sup>	266.36 <sup>a</sup>

Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes (P<0.05)

En cuanto a tipo de parto, (Tabla 7), se observan diferencias entre corderos nacidos en parto simple y doble, y en parto triple también son diferentes, sobre todo los pesos en parto simple son los mas elevados como era de esperar.

**Tabla 7. Comparación de los valores medios para peso y crecimiento según los factores de variación considerados tipo de parto de la oveja**

	Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)				
	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75
Sencillo	10.48 <sup>a</sup>	13.67 <sup>a</sup>	21.61 <sup>a</sup>	223.01 <sup>a</sup>	219.46 <sup>a</sup>	237.56 <sup>a</sup>	212.39 <sup>a</sup>	264.66 <sup>a</sup>
Doble	8.99 <sup>b</sup>	12.10 <sup>b</sup>	19.60 <sup>b</sup>	189.12 <sup>b</sup>	195.29 <sup>b</sup>	217.16 <sup>b</sup>	207.66 <sup>a</sup>	249.96 <sup>b</sup>
Triple	7.78 <sup>c</sup>	10.75 <sup>c</sup>	17.73 <sup>c</sup>	168.37 <sup>c</sup>	178.38 <sup>c</sup>	200.08 <sup>c</sup>	198.39 <sup>b</sup>	232.67 <sup>c</sup>

Medias con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes (P<0.05)

### Análisis Unifactoriales de efectos fijos.

Como no es posible obtener componentes de varianza desde modelos de efectos fijos, hemos utilizado los coeficientes determinativos obtenidos en modelos unifactoriales de análisis de la varianza, como una estimación orientativa del volumen de varianza explicado por el factor.

Los resultados de estos análisis simples se muestra en las tablas 8 y 9, resultando en esta segunda como los efectos Rebaño y Tipo de parto destacan sobre los demás por su efecto sobre la variable, con efecto del 10 al 31% sobre todo en el primero; el resto de los factores muestran efecto inferior, sobre todo el sexo.

**Tabla 8. Análisis de varianza simples (valor de “F”) para los factores de variación estudiados en pesos y crecimiento de corderos Segureño.**

Efecto		Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)					
		P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75	Pr>F
Rebaño	119	38.18	23.50	23.05	42.49	25.55	24.43	24.30	19.18	0.0001
Año	6	239.11	75.43	69.79	226.73	71.45	70.27	97.43	61.62	0.0001
Epoca	4	507.15	187.35	191.07	486.06	171.51	181.73	66.94	127.44	0.0001
Sexo	2	49.49	17.41	67.10	63.92	14.62	64.26	519.44	125.67	0.0001
TP	3	1269.01	839.58	543.96	524.87	374.55	300.66	13.46	111.37	0.0001

**Tabla 9. Coeficientes determinativos ( $R^2$ ) para los factores estudiados en corderos Segureños.**

Efecto		Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)					
		P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75	30-45	45-75	
Rebaño	119	0.28	0.20	0.20	0.31	0.21	0.20	0.20	0.10	
Año	6	0.09	0.03	0.02	0.09	0.03	0.03	0.04	0.02	
Epoca	4	0.11	0.04	0.04	0.11	0.04	0.04	0.01	0.03	
Sexo	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	
TP	3	0.18	0.12	0.12	0.08	0.08	0.06	0.05	0.01	

## Calculo de los Mejores Estimadores Lineales Insesgados "BLUE"

Las soluciones de las incógnitas de los efectos fijos en el modelo mixto aplicado ofrecen unos resultados que se exponen en las tablas 10 a 13.

En la tabla 10, se presentan los valores BLUE obtenidos para las estaciones del año en sus cuatro niveles (Primavera, Verano, Otoño, Invierno). Primavera y Otoño mostraron un efecto negativo sobre el Verano, e incluso ligeramente en peso al nacimiento para el Invierno. Los valores de signos negativos indican un efecto depresor sobre la variable, con respecto al valor de referencia que en este caso fue el Verano, los valores positivos indican un efecto estimador.

**Tabla 10. Mejores Estimadores Lineales Insesgados (BLUE) para los niveles de factor época para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Niveles	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
Primavera	0.037	0.039	-0.057	-0.412	1	-2	-6
Verano	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0
Otoño	0.005	-0.113	-0.432	-1.173	-4	-10	-16
Invierno	-0.017	0.365	0.482	0.764	12	11	10

Además del signo, los BLUE nos permiten cuantificar el efecto de los niveles de una manera precisa; así tenemos que en el número de parto (tabla 11), se aprecia en general como la madurez productiva se alcanza en el tercer parto ya que tomando éste como referencia los primeros y segundos partos producen un efecto negativo sobre la variable, mientras que los partos cuarto y séptimo son positivos, todo ello a excepción del peso al nacimiento.

**Tabla 11. Mejores Estimadores Lineales Insesgados (BLUE) para los niveles de factor número de parto para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Niveles	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
1	-0.079	-0.246	-0.384	-0.559	-6	-7	-7
2	-0.034	-0.134	-0.172	-0.158	-3	-2	-2
3	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0
4	-0.006	0.187	0.233	0.407	7	5	6
5	-0.018	0.164	0.165	0.274	6	4	4
6	-0.042	0.135	0.138	0.193	5	3	3
7	0.014	0.204	0.244	0.425	5	4	5
8	-0.023	0.014	0.030	0.124	1	1	2

En el caso del tipo de parto tabla 12, como es de esperar los partos simples superan a los dobles, sin apreciarse por ello signos de crecimiento compensatorio en las variables más maduras.

**Tabla 12. Mejores Estimadores Lineales Insesgados (BLUE) para los niveles de factor tipo de parto para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Parto	Peso vivo (Kg)			Ganancia Media Diaria (gr/d)			
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
Simple	0.637	1.345	1.631	2.088	26	23	20
Doble	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0

En la tabla 13, se observa como los machos manifiestan un efecto positivo sobre la variable, con respecto a las hembras.

**Tabla 13. Mejores Estimadores Lineales Insesgados (BLUE) para los niveles de factor sexo para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Sexo	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
Macho	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0
Hembra	-0.113	-0.648	-1.002	-2.007	-18	-20	-25

Para la combinación de efectos Rebaños-Año se aporta en las tablas 14 a 18 los BLUES obtenidos para las celdas establecidas en el análisis. Esta influencia se aporta como orientativa y solo por la utilidad que pudieran tener a nivel práctico para los ganaderos.



**Tabla 14. Mejores Estimadores Lineales Insegados (BLUE) para los niveles del factor ganaderías combinando rebaños por año para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Ganadería	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
A	0.163	-1.807	-1.832	-0.452	-65	-44	-8
A	-0.112	0.227	0.206	0.082	15	9	4
A	-0.197	-1.571	-1.217	0.190	-46	-23	5
A	-0.265	-1.277	-0.978	-1.522	-35	-17	-17
AC	-0.560	2.713	3.713	6.778	104	92	96
AI	-0.613	1.387	0.575	2.737	60	22	42
AN	-0.218	0.211	-0.678	0.598	14	-10	11
AN	-0.398	-0.042	-1.136	-0.163	8	-19	2
ANCOS	0.147	-0.203	-0.338	-1.909	-8	-9	-26
ANCOS	-0.320	-0.702	-0.260	0.299	-19	-3	6
ANCOS	0.173	0.119	0.496	1.497	0	8	19
AQ	-0.024	2.115	3.398	5.043	75	78	69
AS	-0.312	-0.810	0.174	2.488	-19	9	36
AT	-0.140	-0.081	0.333	0.227	7	14	7
AT	-0.113	-1.646	-0.886	0.685	-53	-18	10
AT	-0.261	-1.204	-0.717	0.367	-34	-12	7
AT	-0.075	-1.298	-1.152	-1.674	-38	-22	-20
AV	0.184	-0.224	-1.557	-0.983	-6	-34	-13
AZ	-0.115	1.199	0.138	1.703	47	7	25
AZ	-0.454	0.509	-0.364	1.045	29	0	19
B	-0.407	1.626	2.181	4.107	67	57	60
B	-0.362	1.346	0.552	2.767	59	22	43
B	-0.581	0.836	-0.134	1.671	43	7	28
CE	-0.586	-0.860	-2.690	-2.772	-11	-48	-30
CJ	-0.187	-1.166	-0.940	-1.329	-34	-18	-16
CJ	0.154	-0.618	-0.401	0.050	-18	-7	1
CO	-0.356	1.429	2.025	3.386	61	54	51
CO	-0.213	0.123	-1.045	0.125	13	-17	5
DA	-0.224	0.448	0.187	0.938	23	10	16
DA	-0.389	3.770	5.664	9.737	140	135	135
DC	0.243	0.601	0.724	0.643	21	16	9
DC	-0.326	0.839	1.023	1.083	37	29	18
DC	-0.294	-0.076	-1.051	-1.498	7	-17	-16
DE	-0.400	-0.266	-0.874	-0.435	3	-11	-1
DL	-0.282	0.741	-0.196	1.602	40	6	27
DN	-0.674	0.385	-0.824	0.512	32	-6	15
DR	-0.051	0.844	0.981	1.652	29	22	22

**Tabla 15. Mejores Estimadores Lineales Insegados (BLUE) para los niveles del factor ganaderías combinando rebaños por año para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Ganadería	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
DR	-0.325	-0.732	-0.827	-2.157	-17	-13	-26
DR	-0.305	-0.627	0.083	0.632	-14	6	11
DT	-0.041	0.599	0.687	1.041	20	15	14
DT	-0.276	0.343	-0.368	0.198	22	-1	7
DT	-0.192	-0.497	-1.553	-1.440	-7	-28	-15
DV	0.191	0.049	0.675	0.790	0	14	10
EB	0.095	0.933	0.805	2.290	27	15	29
EE	-0.214	1.755	2.518	4.002	68	62	57
EE	-0.468	-0.044	-1.028	0.013	11	-14	5
EG	-0.213	-0.002	-0.373	-0.281	12	0	1
EL	0.273	0.875	0.306	2.006	26	5	25
EU	-0.105	0.746	0.360	1.860	26	8	25
EU	-0.484	1.828	2.009	4.067	72	52	59
EZ	0.110	-0.094	-0.929	-0.182	-9	-24	-5
FF	-0.625	-0.077	-0.968	0.277	11	-12	9
FN	-0.245	-0.424	-1.420	-1.647	-6	-26	-18
FP	0.954	-0.005	0.949	2.584	-32	0	22
FP	-0.161	-1.458	-0.707	0.461	-34	-6	12
FP	-0.134	-0.953	-0.428	-0.582	-31	-9	-7
FR	-0.165	2.139	2.048	4.356	77	50	61
FS	-0.406	-1.075	-2.685	-2.599	-21	-50	-29
FV	-0.463	0.629	0.822	1.671	35	28	28
FV	-0.160	-0.165	-1.256	-0.313	2	-23	-1
FV	-0.122	0.097	0.359	-0.333	10	12	-2
GF	-0.321	2.798	3.681	6.319	96	84	85
GH	-0.214	-0.341	0.372	0.688	-3	14	13
GI	0.666	-0.174	-1.104	-2.684	-27	-39	-45
GI	-0.127	-0.641	-1.223	-2.538	-21	-27	-34
GI	-0.265	-1.591	-1.408	-1.276	-39	-22	-11
GI	0.285	-0.568	-0.547	-1.161	-25	-17	-18
GI	-0.085	-2.624	-2.711	-3.848	-84	-58	-50
GO	-0.208	1.495	0.670	2.647	59	21	39
GT	0.471	0.567	1.015	0.550	6	14	2
GT	0.024	-0.503	-0.173	-0.007	-17	-4	0
GT	-0.335	-0.580	-0.220	0.174	-11	1	6
GT	-0.375	-1.073	-0.941	-0.726	-28	-16	-7
GT	-0.185	-1.241	-0.930	-0.972	-35	-16	-10
H	0.014	0.341	0.599	0.446	13	14	7

**Tabla 16. Mejores Estimadores Lineales Insegados (BLUE) para los niveles del factor ganaderías combinando rebaños por año para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Ganadería	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
HC	0.208	-1.562	-2.297	-5.038	-52	-51	-67
HR	0.134	-0.231	-1.263	-3.955	-9	-29	-54
HR	0.102	-0.087	0.007	0.707	-3	0	9
HR	-0.290	-1.835	-1.931	-1.325	-47	-33	-12
HR	-0.074	-0.935	-0.947	-0.792	-27	-18	-9
HR	-0.031	-1.402	-1.489	-2.062	-41	-29	-25
HS	0.225	-0.522	0.345	1.094	-25	3	11
HS	-0.596	0.717	-0.006	1.494	37	9	25
HS	-0.546	-2.186	-2.074	-2.124	-61	-38	-24
HS	-0.107	-1.781	-1.892	-3.155	-55	-39	-40
JC	0.142	-0.554	-1.627	-1.470	-21	-38	-21
JC	-0.388	-0.270	-0.362	-2.382	3	0	-26
JC	-0.029	-1.030	-0.979	-1.242	-33	-21	-16
JF	0.672	-0.517	-0.544	0.157	-40	-27	-7
JF	0.131	-0.864	-0.700	0.190	-30	-17	2
JF	-0.067	-1.544	-1.480	-2.000	-51	-32	-26
JF	-0.093	-1.324	-1.293	-1.675	-41	-27	-21
JF	-0.340	-1.141	-1.059	-2.109	-27	-16	-24
JF	-0.475	-0.644	-0.616	-1.809	-8	-5	-19
JJ	-0.153	0.538	0.370	1.071	23	12	17
JL	-0.608	-3.192	-3.707	-4.371	-89	-71	-51
JM	0.057	-0.262	-0.415	-1.288	-11	-11	-18
JM	-0.258	-0.294	-0.455	-1.207	-6	-7	-14
JN	-0.244	0.548	1.103	1.132	28	31	19
JQ	-0.144	-0.420	-1.391	-0.699	-5	-25	-6
JR	-0.289	-0.547	-0.761	-1.499	-7	-9	-15
JR	-0.359	-0.875	-0.103	1.122	-15	7	21
JR	-0.221	0.374	0.216	1.376	21	11	22
JR	-0.218	-0.340	-0.133	-0.801	-4	2	-8
JS	0.003	1.047	1.226	2.205	37	29	30
LB	0.476	0.265	-0.852	0.041	2	-24	-2
LE	-0.380	1.257	1.304	2.991	57	39	46
LM	-0.132	-1.138	-1.094	-0.794	-35	-22	-10
LM	0.034	-0.176	0.268	1.080	-6	6	14
LM	-0.048	0.136	0.479	0.558	5	11	8
LM	-0.138	-0.961	-0.880	-1.532	-29	-18	-19
LM	-0.217	-0.989	-1.166	-0.879	-27	-22	-10
LM	-0.079	-0.969	-0.891	-1.348	-28	-17	-16
LR	0.017	0.344	0.795	1.513	16	21	22
ME	-0.242	-0.255	0.408	1.188	-5	11	17

**Tabla 17. Mejores Estimadores Lineales Insegados (BLUE) para los niveles del factor ganaderías combinando rebaños por año para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Ganadería	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
MG	-0.394	-0.406	-1.651	-0.365	1	-27	1
MK	0.231	-0.850	-1.531	-3.310	-35	-38	-47
MM	-0.303	-0.968	0.572	2.193	-26	17	32
MY	0.138	0.641	0.950	1.279	20	20	17
NA	-0.268	0.866	1.268	2.583	37	34	38
NA	-0.254	-0.326	0.081	0.787	0	9	15
NA	-0.062	0.033	0.476	2.468	6	14	35
NA	-0.194	0.658	2.144	4.230	27	51	59
NC	0.323	0.209	-0.344	1.228	5	-9	16
NC	0.025	1.896	2.790	4.568	69	66	63
NI	-0.308	-0.272	-1.571	-1.034	1	-28	-10
NI	-0.023	-0.537	-0.725	-2.307	-16	-15	-30
NL	-0.305	0.660	-0.097	1.671	35	7	28
NN	0.297	0.077	-0.222	-0.141	-2	-8	-4
NN	-0.174	0.394	0.666	0.254	19	19	6
NN	0.099	0.376	0.591	-0.084	13	14	-1
NO	-0.159	2.022	2.611	4.415	71	61	61
NT	-0.208	0.274	-0.741	0.328	17	-11	7
OC	-0.259	1.590	2.234	3.652	62	55	52
PC	0.255	-2.457	-1.636	-2.045	-85	-38	-28
PR	-0.022	3.642	5.619	8.503	124	126	114
PR	-0.155	-1.169	-0.575	-0.073	-36	-11	0
PS	-0.449	0.457	-0.303	1.007	31	3	19
PS	-0.326	0.941	0.718	2.356	43	24	36
PV	-0.221	0.004	-0.544	0.614	9	-6	12
PV	-0.346	-1.268	-0.429	-0.583	-34	-4	-5
RC	-0.484	3.461	4.513	8.061	127	108	112
RH	-0.025	-2.194	-1.970	-1.407	-71	-43	-18
RH	0.001	-3.177	-3.169	-2.992	-106	-70	-40
RM	-0.315	2.641	2.251	-0.034	97	56	3
RM	-0.262	1.184	0.217	-2.896	50	12	-35
RM	0.147	1.389	-0.566	-4.031	46	-13	-54
RN	-0.359	2.229	3.382	5.250	84	82	74
RQ	-0.544	1.284	1.169	2.982	62	38	47
RQ	-0.421	1.843	1.484	3.933	70	39	56
RQ	-0.417	-0.305	0.050	0.232	-1	7	7
RR	-0.178	1.019	0.365	2.217	38	11	31
SC	-0.454	-1.424	-1.033	-0.693	-33	-14	-3
SC	0.083	-1.456	-1.078	0.222	-51	-26	2
TL	-0.027	-0.291	-1.292	-1.019	-9	-28	-13

**Tabla 18. Mejores Estimadores Lineales Insegados (BLUE) para los niveles del factor ganaderías combinando rebaños por año para caracteres de pesos y crecimiento en corderos de raza Segureña.**

Ganadería	Peso vivo (Kg)				Ganancia Media Diaria (gr/d)		
	PN	P30	P45	P75	0-30	0-45	0-75
TO	-0.284	-0.368	-0.843	-1.369	-3	-13	-15
TP	0.068	-0.351	-0.093	-0.040	-12	-2	-1
VA	0.047	1.346	1.131	3.840	43	24	51
VC	-0.342	-1.809	-2.052	-2.387	-50	-39	-28
VC	-0.339	-2.234	-2.668	-2.292	-68	-55	-28
VC	-0.128	-0.547	0.088	-0.028	-16	4	0
VG	-0.602	-0.933	-0.625	-0.090	-10	0	7
VJ	0.360	-0.220	-0.411	-0.249	-19	-17	-8
VJ	-0.132	0.496	1.155	1.568	22	29	23
VJ	-0.119	-0.154	-0.159	0.895	-4	-3	13
VJ	-0.341	0.108	-0.429	0.265	12	-4	7
VJ	-0.312	-1.800	-1.278	-0.571	-52	-23	-5
VJA	-0.277	-1.458	-1.059	-0.829	-42	-19	-9
XD	-0.442	0.362	-0.491	0.812	24	-3	16
XP	0.291	-1.154	-1.602	-3.240	-47	-41	-46
XP	0.270	-1.042	-1.688	-2.490	-44	-44	-37
XP	-0.401	-2.002	-1.890	-2.418	-53	-33	-27
XP	-0.207	-0.978	-1.216	-1.750	-27	-23	-21
XP	-0.714	0.640	0.752	0.157	39	28	9
Z	-0.086	-0.671	0.807	2.005	-19	20	28
Z	-0.157	-1.522	-1.008	-1.022	-40	-15	-9
ZF	-0.197	-2.696	-1.923	-0.594	-84	-39	-6
ZF	-0.409	-1.734	-0.930	0.098	-48	-14	5
ZF	0.092	-1.873	-1.561	-2.113	-61	-34	-27
ZO	0.281	-1.852	-2.625	-3.375	-63	-59	-45

## **Tendencias genéticas y fenotípicas.**

Peso a 30 días:

En las figuras 14 y 15, se muestra la tendencia genotípica y fenotípica obtenida en la evaluación genética realizada con la base de datos histórica de la asociación de criadores.

En la representación gráfica puede observarse para cada variable la tendencia de los efectos genéticos directos y maternos para sementales y total de la población y siempre acompañadas como referencia por la tendencia fenotípica apreciada.

La representación de las tendencias genéticas directas y maternas para el peso a los 30 días muestra como los sementales fueron seleccionados siempre por su componente materno ya que sus niveles siempre estuvieron por encima del nivel genético medio de la población y el componente directo no mostró ningún signo de respuesta genética.

En general, en el comportamiento de las tendencias genéticas (directa y materna), se observa una ausencia de una tendencia clara, esto puede apreciarse en las figuras 16, 18, para los pesos a 45 y 75 días, respectivamente y en las figuras 20,22,24, para las ganancias medias diarias en los distintos períodos de la vida productiva de los animales en el presente estudio.

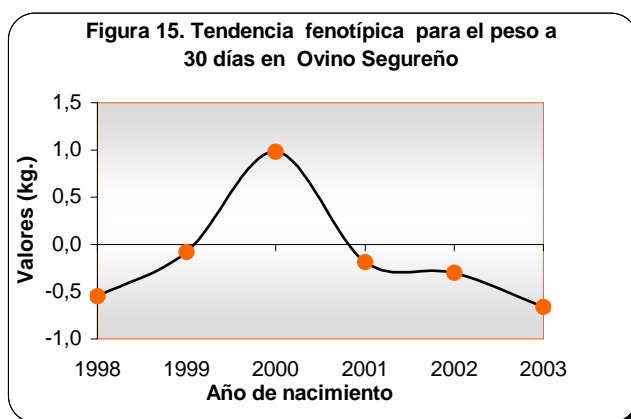
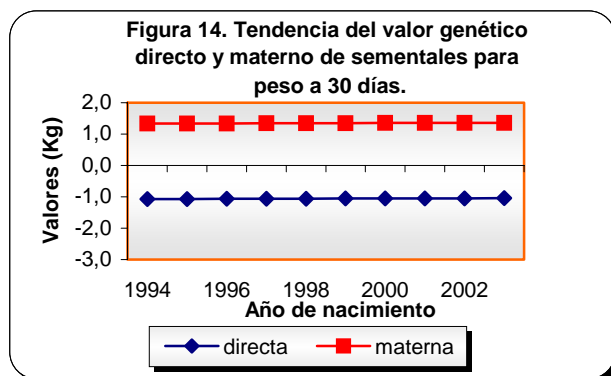
El comportamiento de la tendencia para población total (figura 26) puede apreciarse que para peso a 30 días alcanza sus más altos valores genéticos directos en el año 2003, y por el contrario los valores maternos muestran una tendencia negativa a través de los años.

En las figuras 28 y 30 correspondientes a los pesos a 45 y 75 días no muestran tendencia genética directa o materna alguna.

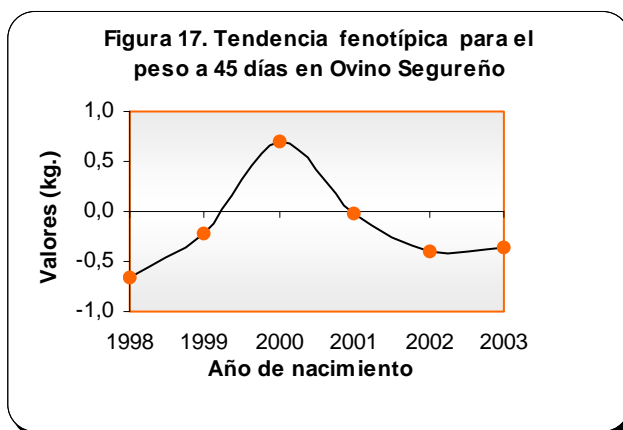
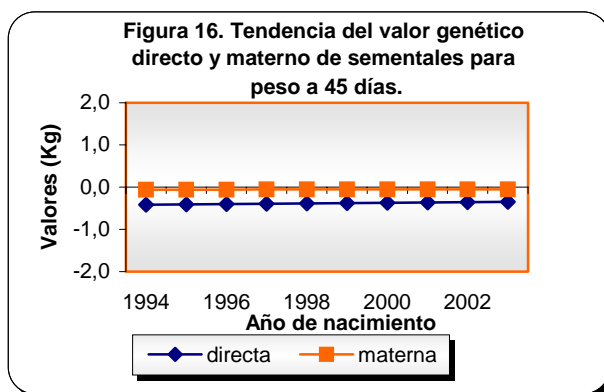
Para el período de ganancia diaria en el período a 30 días se muestra una ligera tendencia del valor genético materno (figura 32) y en los restantes períodos a 45 y 75 días no se exhibe ninguna tendencia.

En todas las tendencias fenotípicas se observó el mismo patrón de aumento en el año 2000 y decreciente hasta el año 2003 como se muestra en las figuras 15,17,19,21,23,25,27,29,31,33,35, y 37 respectivamente.

## Sementales peso a 30 días

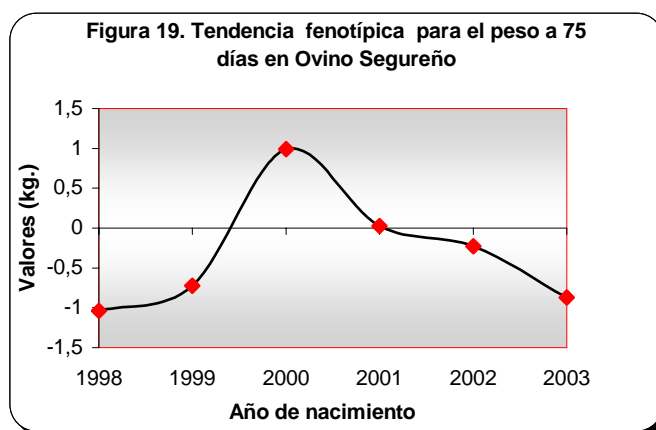
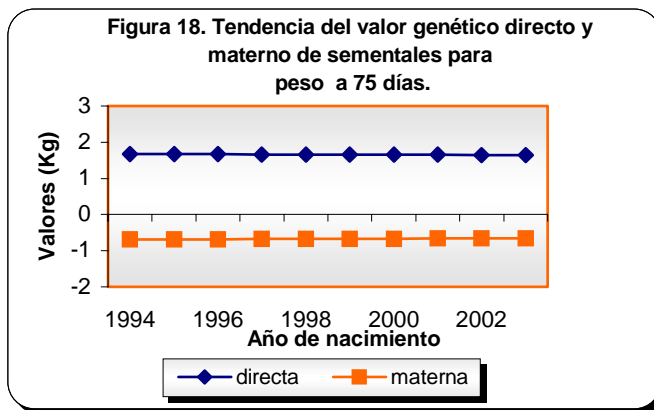


**Peso a 45 días:**

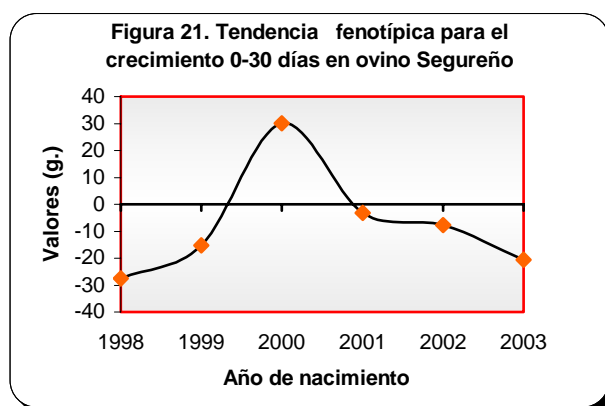
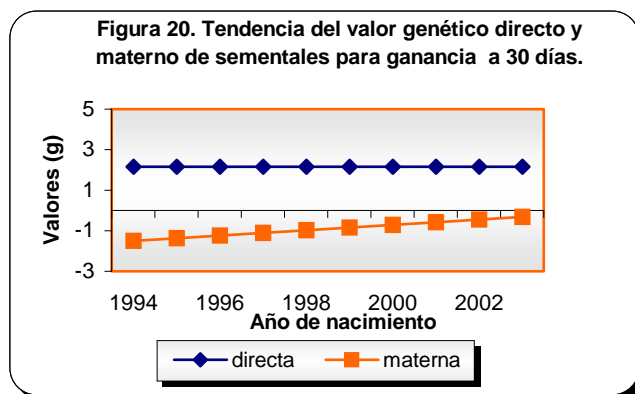




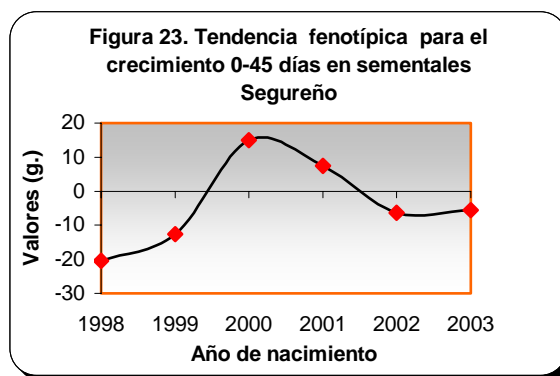
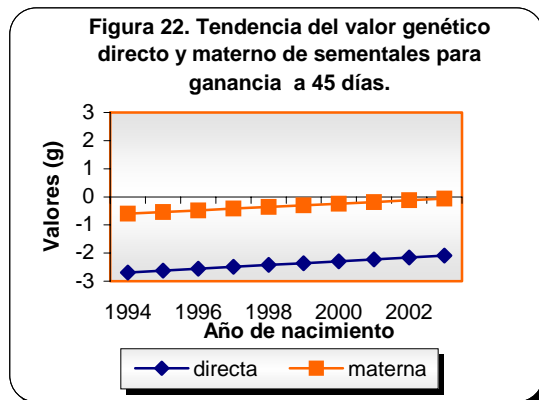
**Peso a 75 días:**



## Ganancia a 30 días:



## Ganancia a 45 días:



## Ganancia a 75 días:

Figura 24. Tendencia del valor genético directo y materno de sementales para ganancia a 75 días.

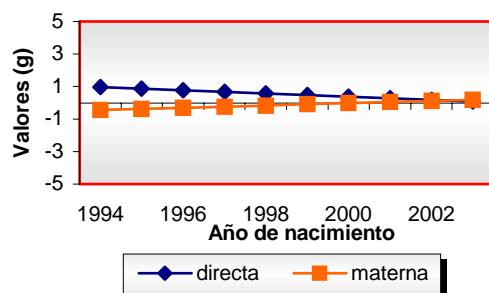
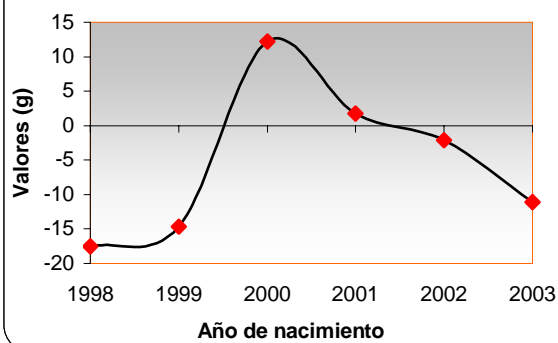
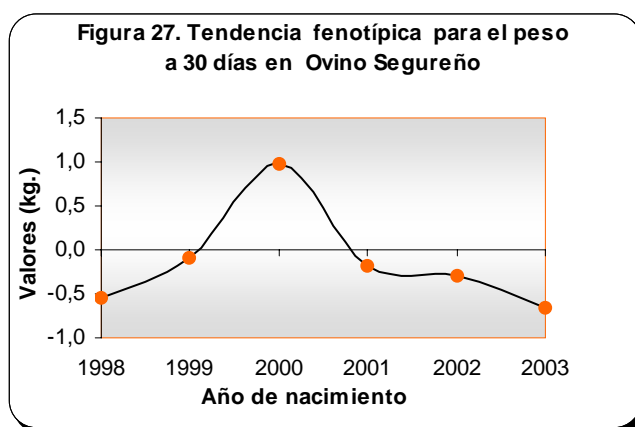
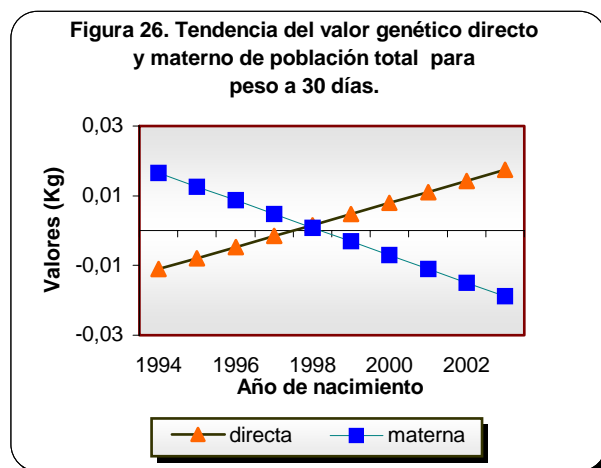


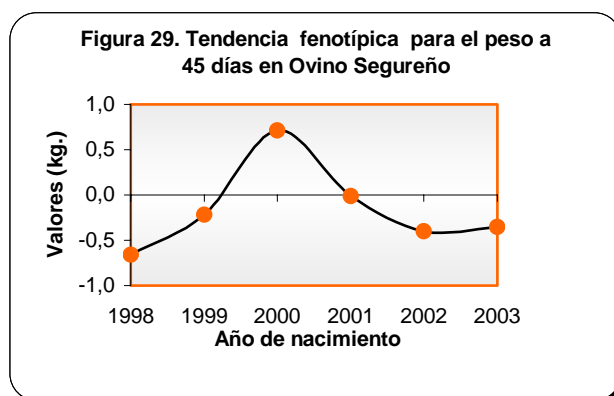
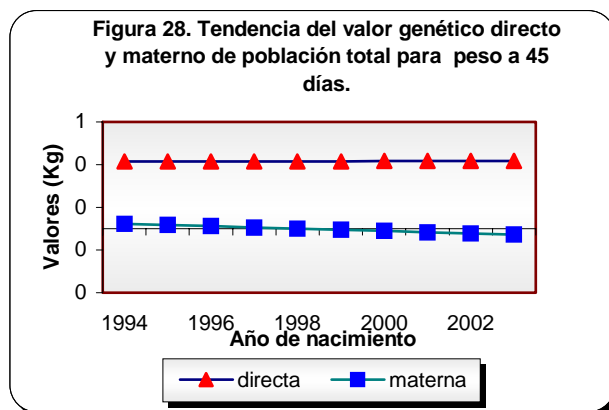
Figura 25. Tendencia fenotípica para el crecimiento 0-75 días en ovino Segureño



**Total de la población para peso a 30 días:**

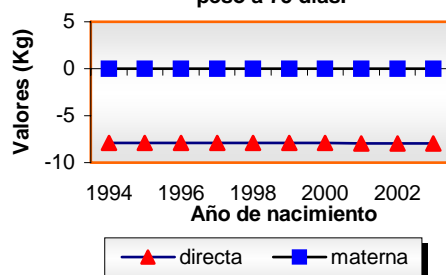


## Peso a 45 días:

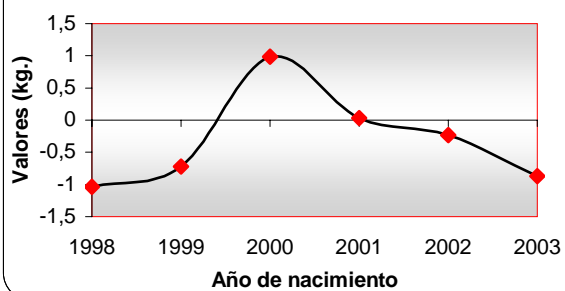


## Peso a 75 días:

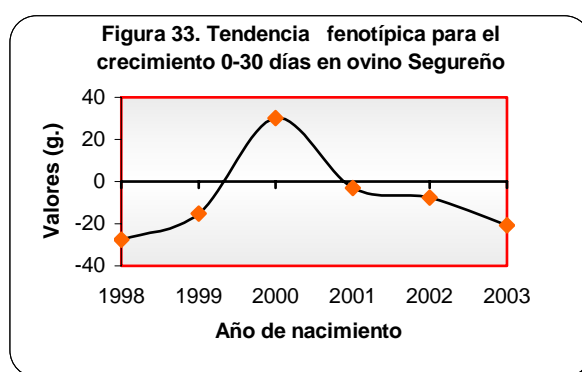
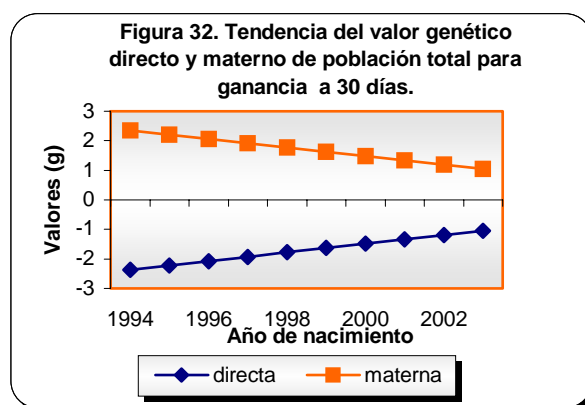
**Figura 30. Tendencia del valor genético directo y materno de población total para peso a 75 días.**



**Figura 31. Tendencia fenotípica para el peso a 75 días en Ovino Segureño**

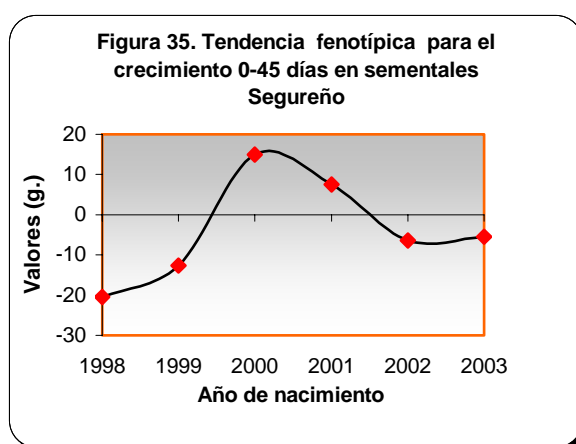
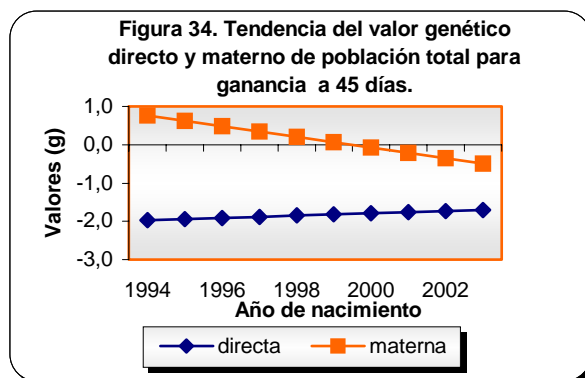


## Ganancia a 30 días:

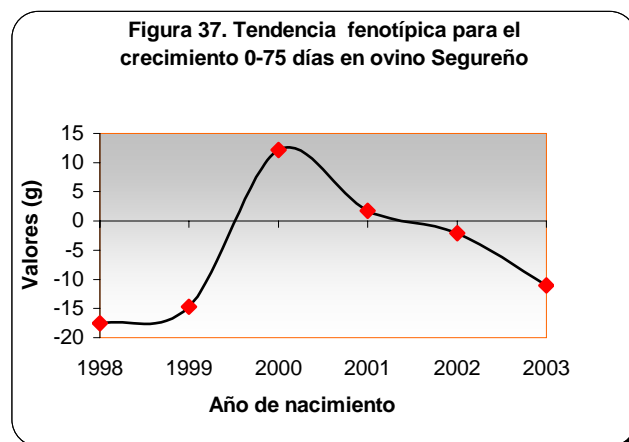
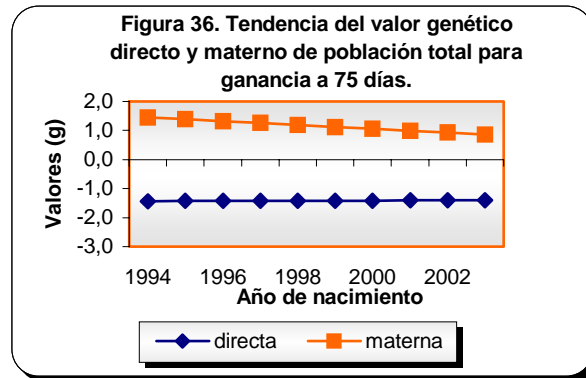




## Ganancia a 45 días:



## Ganancia a 75 días:



## **Valores genéticos directos y maternos para sementales y población total**

A continuación las tablas 19 y 20 muestran los valores obtenidos para los coeficientes de la ecuación de tendencia obtenida de la regresión de los valores genéticos individuales con respecto al año de nacimiento, por lo las funciones se encuentran ponderadas para el tamaño de las clases.

En el caso de los sementales se aprecia como sólo en tres valores la regresión fue significativa, lo que indica una nula respuesta a la selección, se corroborado por los bajos coeficientes determinativos calculados.

Por el contrario, las regresiones obtenidas en la población total sí se muestra significativa en todos los casos sobre todo en los valores genético maternos; esto indica dos cosas: en primer lugar que los efectos de la selección masal sí se están apreciando en la población total, aunque casi imperceptiblemente como muestran los bajos valores de los coeficientes determinativos; y en segundo lugar que esta selección se está aplicando de forma negativa y más intensa sobre el genotipo materno como se aprecia en los coeficientes de signo negativo y altamente significativos de los valores genéticos maternos

**Tabla. 19. Valores genéticos directos y maternos para Sementales.**

Criterios	Ecuaciones de tendencias			Coefficiente determinativo
	$\alpha$	b	Signif.	R <sup>2</sup>
Peso a 30 días				
Valor genético directo	-7.052	0.003	n.s.	0.0002
Valor genético materno	-4.647	0.002	n.s.	0.0003
Peso a 45 días				
Valor genético directo	-16.371	0.008	n.s.	0.0005
Valor genético materno	-2.053	0.001	n.s.	0.0000
Peso a 75 días				
Valor genético directo	7.654	-0.003	n.s.	0.0001
Valor genético materno	-8.667	0.004	n.s.	0.0006
Ganancia a 30 días				
Valor genético directo	107.263	-0.054	***	0.0001
Valor genético materno	-264.700	0.132	n.s.	0.0010
Ganancia a 45 días				
Valor genético directo	-134.292	0.066	***	0.0001
Valor genético materno	-118.243	0.059	n.s.	0.0002
Ganancia a 75 días				
Valor genético directo	194.373	-0.097	***	0.0002
Valor genético materno	-142.023	0.071	n.s.	0.0009

\*\*\* (Pr&lt;0,001)

n.s. no significativo

**Tabla 20. Valores genéticos directos y maternos para total de la población.**

Criterios	Ecuaciones de tendencias			Coeficiente determinativo
	$\alpha$	b	Signif.	R <sup>2</sup>
Peso a 30 días				
Valor genético directo	-6.322	0.003	***	0.0007
Valor genético materno	7.858	-0.003	***	0.0019
Peso a 45 días				
Valor genético directo	-0.158	0.002	***	0.0000
Valor genético materno	11.624	-0.005	***	0.0021
Peso a 75 días				
Valor genético directo	1.492	0.003	***	0.0000
Valor genético materno	9.406	-0.004	***	0.0017
Ganancia a 30 días				
Valor genético directo	-295.484	0.147	***	0.0015
Valor genético materno	291.481	-0.145	***	0.0023
Ganancia a 45 días				
Valor genético directo	-59.792	0.029	***	0.001
Valor genético materno	277.93	-0.139	***	0.025
Ganancia a 75 días				
Valor genético directo	-7.411	0.003	***	0.0000
Valor genético materno	133.060	-0.066	***	0.0020

\*\*\* (Pr&lt;0,001)

## DISCUSION

En las últimas décadas, los sistemas de producción animal en general y los sistemas de producción ovina de forma particular se han visto sometidos a cambios importantes, tanto en los métodos y formas de producción como en los objetivos y fundamentos de los propios sistemas productivos, por lo que nuestro genuino interés en el presente estudio se ha basado primordialmente en el conocimiento a profundidad de la productividad de la raza ovina autóctona Segureña.

Así nuestro trabajo se planteó el estudio de los caracteres productivos del peso y crecimiento de los corderos ya que el programa de selección en esta raza está orientado, por una parte, a la mejora de la prolificidad, y por otra, a la mejora de los rendimientos cárnicos (tanto cuantitativos como cualitativos), mediante la valoración genética de sementales por el método BLUP, y difusión de este avance genético a través del uso de reproductores selectos.

Por lo tanto el programa de selección pretenderá detectar aquellos animales con mayores rendimientos, utilizarlos como reproductores, a ellos o a sus parientes, y así formar la siguiente generación productora (Alonso y Alenda, 1989).

Por otro lado y en este mismo sentido, las condiciones de producción de cada raza y lugar son tan particulares, que los resultados de cada situación no se pueden extrapolar a otras: ni en cuanto a razas, ni en cuanto a lugares, ni en el tiempo; Por tanto los resultados aquí obtenidos sólo serán validos para nuestra situación concreta, aunque pueden compararse con los de otros autores.

La selección de la raza Segureña en estado de pureza, se realiza evitando aumentar el formato de la hembra reproductora y obtener un cordero de peso comercial pero con un grado de engrasamiento adecuado, por lo que hemos realizado un análisis de la productividad de los animales en núcleo de control (estadísticos descriptivos, análisis de efectos, y estimación de tendencias genéticas y fenotípicas).

Las medias de los valores de los diferentes pesos y ganancias medias a lo largo del desarrollo y crecimiento de los corderos en el total de la población, demuestran una buena especialización de la raza, resaltando lógicamente el importante nivel de variabilidad fenotípica mostrado en el coeficiente de variación porcentual obtenido.

Así mismo observamos cómo la frecuencia máxima de ganaderías se ubicó en una clase comprendida en el peso a los 45 días, demostrando una homogeneidad de crecimiento en los rangos de ganancias entre 189 a 235 gr/día, siendo excepcionales las ganaderías que alcanzan los 300 gramos diarios.

Como consecuencia de lo descrito, en los estudios de los efectos no genéticos sobre estos caracteres, donde se aprecia que la ganadería (rebaño) es claramente significativo alcanzando hasta un 31% de la varianza explicada con los análisis simples, donde este efecto es el más destacado sobre el resto de efectos, los cuales no superan el 10%.

Se aborda el estudio de los efectos ambientales, haciendo uso de las soluciones de las incógnitas de los efectos fijos del sistema de ecuaciones del modelo mixto, para

extraer la relación de los mejores estimadores lineales insesgados (BLUE) los cuales nos ofrecen la posibilidad de cuantificar los efectos desarrollados para cada uno de los niveles de los factores incluidos en el modelo como efectos fijos.

Al final del apartado de esta discusión abordamos el estudio de la evolución genética de los caracteres de peso y crecimiento conseguido a través de 10 años de selección masal, evaluando resultados del programa de selección llevado a cabo por la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño, por lo que también se incluye el comportamiento de las tendencias genéticas y el de las tendencias fenotípicas.

### Estadísticos Descriptivos

El ovino Segureño, además de el elevado censo que dispone posee gran importancia por tratarse de animales que difícilmente pueden ser sustituidos en el aprovechamiento de la zona donde viven, dada su gran rusticidad y perfecta adaptación al duro medio en que se explotan. Además de constituir un elemento indispensable en la protección y conservación de numerosos espacios rurales, representan en algunas comarcas la parte más importante del sector agrario, constituyéndose en el medio de vida de un elevado número de ganaderos (pastores- propietarios) en base a explotaciones familiares.

Al detenernos a discutir los caracteres estudiados en el presente trabajo con respecto a otras razas autóctonas ovinas españolas queremos resaltar en el ovino Segureño que los índices productivos y reproductivos además de por la mejora genética llevada a cabo, se deben a la mejora de la alimentación y del manejo en general aplicado (Esteban, 2003).

Como un ejemplo de lo anterior se expone en la siguiente tabla, lo que viene a ser una recopilación de los valores fenotípicos medios en las razas ovinas cárnicas autóctonas de España.

**Tabla 21. Valores fenotípicos medios para caracteres de peso y crecimiento en razas ovinas cárnicas autóctonas españolas.**

Autor	Raza		PN	P30	P45	P60	P75	P90	G30	G60	G90	G30-90	G50-90
Sierra (1984)	Raso	Sup	2,2	9,3				22,9	202		218	226	
Falagan (1992)	Segureño	Sup	3,5	9,3	13,2			23,9	220				268
Sierra (1988)	Merino	Sup	4,2	11,5		19,1	23,0		241	248			
Molina (1991)	Manchega	Sup	5	12,2	16,9				249				
Analla (1996)	Segureño	Sup	3,2		14,3			23,2		216			230
Jordana (1998)	Xisqueta	Past	3,5	9				23					

Sup= Suplementación Past= Pastoreo

PN,P30,P45,P75 y P90= pesos vivos al nacimiento 30,45,75, y 90 días de edad respectivamente.

G0-30, G60, G75, G90, G30-90 y G50-90= a la ganancia media diaria a 30,60,75,90 de los 30 a los 90 y de los 50 a los 90 días de edad respectivamente.

Los resultados que hemos obtenido coinciden con los ofrecidos por Falagan, (1992), y son similares a los de Analla, (1996), aunque debemos destacar que nuestro estudio fue realizado sobre datos de núcleo de control y no sobre estación de prueba como

en los casos anteriores, lo que hace que nuestros datos deban tenerse en cuenta como referente poblacional.

Otra cuestión a destacar es que el presente estudio se ha realizado preferentemente con animales inscritos en el libro genealógico, por ello la frecuencia de hembras en la base de datos evaluada es muy grande, lo que produce una infravaloración de la media y sobre todo teniendo en cuenta que estos corderos no reciben una dieta de cebo que aumentaría los pesos individuales y por tanto las medias. Estas cuestiones son extensivas para todos los pesos y crecimientos estudiados en la presente tesis.

Por otra parte, los niveles de variabilidad fenotípica observada nos ponen sobre aviso de una gran variación individual, y por ello, unas buenas posibilidades para la selección; valores entre el 20-30% como los obtenidos en el presente estudio evidencian una alta variación en la cual los valores genéticos pueden tener una gran responsabilidad.

Las ganancias medias se encuentran en tasas similares a las mostradas por el Segureño en estudios realizados en estaciones experimentales (Analla, 1996; Falagan, 1992) y a los de la raza Aragonesa (Sierra, 1984), hallándose ligeramente inferior al Merino (Sierra, 1988).

El peso medio al nacimiento para todo el rebaño es de 3,53 Kg. Este peso entra dentro del rango descrito por Esteban y Tejón (1986) para la raza Segureña, y es parecido al encontrado por Alonso y col., (1991) para corderos autóctonos Merinos, e inferior al reportado por Sierra (1998) que fue de 4,2 Kg. para un rebaño de núcleo de control en Merino, y a su vez similar al reportado por Vigil y col., (1986) en la Manchega.

El rebaño es sin duda el efecto más potente, debido a que en él influyen múltiples efectos importantes como alimenticios, de manejo, microclimáticos, etc. En nuestro estudio esto se cumplió fielmente.

De cualquier forma, debemos destacar aquí que las principales referencias en el ovino Segureño están en torno al peso al destete, ya que las canales de 7-8 kilos son las que alcanzan un mayor peso en el mercado. Por esta razón, desde el punto de vista genético, los criterios peso a los 30 y 45 kilos y las ganancias desde el nacimiento hasta esas referencias son los más importantes.

Estas canales son mucho más pequeñas que las pesadas canales del Merino y más grandes que las presentadas por los lechazos de la raza churra. Solo la raza Aragonesa se comporta similar al Segureño, con su ternasco de Aragón.

En lo expuesto se aprecia la gran variabilidad del mercado ovino español, lo que entraña una variabilidad consecuente en las producciones precisando de un gran número de razas y de sistemas de producción, al contrario que en otros países como Inglaterra y Francia.



## **Análisis Multifactoriales**

El análisis multifactorial reveló que todos los efectos incluidos en el modelo eran altamente significativos.

Antes de plantear el modelo matemático de análisis genético, es conveniente testar los efectos en la población de los factores fijos más importantes, con el objeto de optimizar la estructura del modelo mixto usado para la evaluación genética.

En nuestro caso solo hemos experimentado con los efectos fijos directos sin tener en cuenta las interacciones entre factores, demostrándose que los efectos del rebaño, del año, de la época de parto, sexo y tipo de parto, así como la regresión con respecto al número de parto, fueron todos altamente significativos, y por ello, se recomienda el introducir todos estos efectos en el modelo genético.

Respecto al factor sexo, en el esquema de selección (Delgado y cols, 2000) propone su corrección con factores previos al modelo, por considerar que aun no se dispone de una base de selección lo suficientemente sólida para calcular dichos coeficientes, debido al gran desequilibrio producido al utilizar la base de datos ligado al libro genealógico, en la que predominan las hembras.

Sierra (1998) realizó un planteamiento similar al planteado aquí pero en su caso en el Merino, si bien en su trabajo testó interacciones dobles y simples definiendo con mucha claridad la estructura del modelo.

Mediante la comparación de medias podemos ver cuales son los factores que las afectan de manera significativa.

El año de nacimiento también resultó muy significativo, manifestando un claro efecto igualmente mencionado por los autores citados anteriormente; en nuestro caso se apreciaron solapados en los test de Tuckey, dos grupos en la ganancia media diaria 30-45 y 45-75 (g/d), siendo el resto más diferenciados con la formación de cuatro y cinco grupos, sin que fuera esta formación correlativa.

La estación de nacimiento, también es significativa y en la bibliografía consultada existen resultados concordantes como los obtenidos por Alonso y col., (1991) y Mavrogenis (1988); es interesante destacar que el efecto de la estación es menor que el del año, lo que podría deberse a un manejo del ganado que amortiguase en parte el efecto de la estación.

Especial importancia ha mostrado la regresión con el número de parto, lo cual refuerza lo anteriormente descrito de que cada año es diferente al anterior; observamos un mayor porcentaje de varianza explicada, que las medias en las que se considera un solo parto. En la tabla 5 observamos que estos porcentajes varían en un amplio rango como lo reportado por (Serradilla y col., 1991) en un rebaño experimental de ovino de la raza Segureña.

La media de las hembras es significativamente mayor que la de machos al nacimiento, sin embargo el sexo del cordero sí tuvo influencia desde el peso a los 45 días. Nosotros tuvimos esta influencia desde el peso a los 45 días y se hace más patente en el

análisis simple correspondiente, como lo reportan autores en razas ovinas españolas como (Pérez y col, 1979; Jurado y col, 1985; Vijil y col, 1986; Sánchez de la blanca y col, 1987; Alonso y col, 1991 y Sierra, 1998). Esto se ha visto influido sin duda por el desequilibrio entre machos y hembras a favor de estas últimas.

El tipo de parto, influye significativamente en el peso al nacimiento y pesos y ganancias posteriores. Los resultados encontrados en nuestro estudio así lo demuestran para todos los pesos y crecimientos valorados a excepción del período de 30-45 días, donde ubicamos el destete tardío y probablemente influya la suplementación que se lleva a cabo en los rebaños; estos resultados también fueron obtenidos por Gabiña y col, (1983), Carriedo y San Primitivo, (1989), Alonso y col (1991) Sierra (1998).

Destaquemos a continuación algunos caracteres referentes a los test “a posteriori” de Tuckey. En el factor ganadería se forman entre ellos grupos de homogeneidad debido a la gran variabilidad existente en la raza para este factor. En cuanto al año de nacimiento existen diferencias significativas, observándose que los tres últimos años tuvieron valores medios inferiores a los anteriores, destacando el año 2000 como el mejor claramente diferenciado del resto de grupos de homogeneidad que se establecen para este factor en todas las variables estudiadas. Esto es debido quizás a que los ganaderos se inclinan por el número de corderos, ya que esta raza está cobrando un auge en los últimos años por los corderos de tipo pascual, que gozan de justa fama en mercados tan exigentes como el levante español (Alicante, Valencia, Castellón y Cataluña) (Esteban 2003).

El peso medio del rebaño a los 30 días fue de 9,6 kg, inferior al descrito por Esteban y Tejon (1986) en su estudio con la misma raza Segureña (11 kg); sin embargo resulta superior al descrito por Alonso y col, (1991), para la raza Merina e inferior al hallado por Jurado y col; (1985) para la misma raza.

Para la estación de nacimiento encontramos que los corderos nacidos en Invierno son más pesados que los nacidos en Verano y Otoño. Con el sistema de explotación en que se desarrolla esta raza llegan en la estación de mayor abundancia de forraje y las hembras poseen mejores reservas corporales en Invierno, lo que se traduce en pesos altos en las pariciones.

El tipo de parto mostró tres grupos de homogeneidad mostrando una mayor eficacia los partos simples, los dobles en segundo lugar y al final los triples.

Referente al sexo del cordero, vemos como afecta de manera significativa a los pesos y crecimientos, y en este sentido lo referencian diversos autores (Perez y cols., 1979; Mavrogenis., 1988; El Karim y col., 1987; Wilson, 1987; Alonso y col., 1991 y Sierra, 1998).

### **Análisis Unifactoriales**

En otro trabajo realizado por nuestro grupo de producción de leche caprina (Fresno y cols, 1997), se ha utilizado el coeficiente determinativo obtenido en el análisis de la varianza simple de efectos fijos realizados con los factores no genéticos para obtener una estructura proporcional de sus efectos sobre la varianza total del experimento en las distintas variables.

En el presente trabajo los efectos del factor ganadería destacan sobre los demás como ha sido aportado en los estudios citados, lo que demuestra que la influencia de la ganadería es la más destacada en las producciones anuales. En nuestro caso, este efecto expresó entre el 10 y el 30% de la varianza dependiendo de la variable de la que se trate.

El tipo de parto manifestó una influencia importante en los pesos (12-18%), pero menor en las ganancias (1-8%), probablemente debido a que en este último caso la normalización de los datos eliminó parte de la variación.

La época de parto fue muy relevante (11%) en el peso y ganancia a los 30 días, pero varía mucho en periodos posteriores (1-4%), ya que los animales son más variables en esta primera etapa como ya se pudo apreciar en los coeficientes de variación; algo similar ocurrió con el efecto año, quedando el efecto sexo del cordero a mucha distancia.

### **Mejores Estimadores Lineales Insesgados “BLUE”**

Iniciamos esta discusión considerando que los BLUES pueden ser empleados como factores de corrección previos al modelo, cuando han sido obtenidos a partir de una base experimental lo suficientemente amplia y representativa de la población y solo en aquellos factores que muestran unos efectos sistemáticos (Camacho, 2002).

De cualquier forma, destacamos aquí que tan solo los BLUE obtenidos para el efecto sexo y quizás también los de la edad de la oveja pudieran cubrir esta aplicación como coeficientes previos al modelo, permitiéndonos así simplificar dicho modelo introduciendo tan solo como efectos fijos el rebaño, año, estación, y el tipo de parto, si bien ya afrontamos los defectos actuales de las bases de datos.

De cualquier manera, en el presente estudio hemos obtenido en primer lugar los BLUE para los efectos combinados entre el rebaño y el año, ya que esta situación mejora la efectividad del modelo de análisis. La correlación triple rebaño-año-estación es aún mas aconsejable, pero con la estructura de nuestros datos no fue posible realizarla. A título informativo hemos incluido en la presente tesis un listado de las soluciones del modelo mixto para las mencionadas combinaciones de efectos.

Para el efecto época del año y tomando como referencia el verano, se apreció como en el peso al nacimiento la primavera y el otoño ejercen un efecto positivo mientras que en el invierno era negativo. Este modelo no se repite en otras variables en las que por lo común es el número de parto el que influye fuertemente.

Para el número de parto se aprecia con claridad que en el tercer parto las ovejas alcanzan la madurez, ya que es en el tercer conjunto de referencia donde se aprecia un punto de inflexión, mostrando el parto además un efecto negativo, y posteriormente efectos positivos.

Como era de esperar en el tipo de parto, los partos simples ejercen un efecto positivo sobre la variable frente a los partos múltiples, si bien éstos compensan económicamente esta pérdida en la llamada productividad numérica.

En cuanto al efecto sexo, al contrario que se apreció en el estudio de los estadísticos descriptivos, las hembras mostraron un efecto negativo sobre la variable con respecto a los machos, en concordancia con lo referido en la bibliografía.

De manera general muchas veces se infravalora el poder informativo de los BLUE en los valores genéticos, por nuestra parte pensamos que la información zootécnica de los mismos es esencial para el desarrollo de los esquemas de selección y así lo hemos destacado en la presente tesis.

### **Modelo Matemático**

El modelo mixto empleado aquí, conocido como modelo animal monocaracter con efectos maternos, mostró una gran eficacia para la evaluación genética de los caracteres de peso y crecimiento en el ovino Segureño.

La inclusión de la combinación rebaño-año mejoró significativamente el modelo frente al empleado por Sierra (1998) en el Merino, ya que en el esquema del Merino se introducen los efectos rebaño-año y época de manera independiente.

En el futuro trataremos de eliminar el efecto sexo del modelo al corregirlo con factores de ajuste previos al modelo, como se recomienda en otros esquemas internacionales.

La corrección como covariable lineal y cuadrática del efecto número de parto se incluye en otros estudios (Sierra 1988, Analla 1996), y en nuestro caso apoyamos tal sistemática con unos resultados excepcionales. El resto del modelo incluyó una estructura completa

### **Tendencias Genéticas y Fenotípicas;**

En el presente estudio se obtuvieron valores genéticos de gran calidad y alta precisión, especialmente en los valores genéticos directos de todas las variables estudiadas, lo cual nos garantiza la calidad de la evaluación.

Al tratarse de las primeras evaluaciones genéticas desarrolladas en esta raza en el seno de un esquema de selección moderno y bajo evaluaciones BLUP, hemos podido utilizar las tendencias genéticas de los animales incluidos en el archivo histórico para evaluar la eficacia de la selección masal desarrollada hasta el momento.

En este sentido, podemos decir de manera general que solo se ha apreciado tendencia genética significativa para los valores genéticos directos en las ganancias medias diarias 0-30, 0-45, y 0-75 en los sementales; esto pone de manifiesto una escasa repercusión de la selección masal en el progreso genético de los machos, debido a que hasta el momento los machos se han seleccionado por criterios morfológicos subjetivos y no por criterios genéticos individuales o familiares

También se aprecia que por los signos del coeficiente de regresión, la presión selectiva ejercida se ha realizado sobre el genotipo directo de los animales, probablemente debido a correlaciones genéticas existentes entre los criterios morfológicos utilizados y los

productivos. De todas formas los bajos coeficientes determinativos obtenidos demuestran la endeblez de la respuesta.

Cuando observamos las tendencias en el total de la población la situación cambia radicalmente. En primer lugar se aprecia una tendencia genética significativa en todos los casos, probablemente debido a que la selección masal productiva aplicada en el nivel intrarebaño ha ofrecido resultados, aunque sea leve. En este caso la morfología ha ocupado un papel secundario general en favor de la producción.

Otra muestra destacable es que al centrarnos en lo apreciado en los machos, en el total de la población la selección positiva se ha ejercido a favor de los efectos maternos en detrimento de los directos, siempre con la cautela de unos bajos coeficientes determinativos.

Esto implica que, de alguna manera bajo selección masal se han venido aplicando unos vectores contradictorios, a favor de los genotipos directos en los machos y a favor de los efectos maternos en las ovejas, algo que ha dado como resultado una escasa eficacia.

Las tendencias fenotípicas observadas, por tanto, solo pueden ser explicadas por efectos ambientales y no genéticos.

En la literatura, se determina que en razas sometidas a programas de selección modernos incluyendo análisis BLUP, en los que los valores genéticos obtuvieron una alta repetibilidad, ofrecen una clara respuesta a la selección apreciable de manera indirecta en la función de la tendencia genética. Así lo confirman autores como Jurado y col., (1994) en el Merino, y Analla y col., (1994) en la raza Segureña.

La significación de la regresión lineal entre los valores genéticos medios y los años ha sido utilizado por Deklerk y Heydenrich, (1990) Erasmus, (1990) Cantet y col, (1993) Analla y col, (1994) Al-Shorepy y Notter, (1997).

Primeramente podemos destacar que en el peso a 30 días, lo que encontramos en este carácter en sus tendencias mostradas es que en los valores genéticos directos de la población total se aprecia una tendencia inicial y constante durante todo el período de prueba. En cambio, los valores maternos presentan una tendencia negativa a través de los años. Jurado (1994), en su estudio no diferenció entre las respuestas directas y maternas de cualquier forma, tanto para la respuesta genética como fenotípica hallaron ciertas oscilaciones pero siempre con una tendencia ascendente como lo observado en nuestro estudio.

Para peso a los 45 días se carece de referencias bibliográficas sobre las tendencias genéticas y fenotípicas de este carácter por lo que discutimos nuestros propios resultados. En este caso se apreció una ausencia de tendencia clara, como se observa en la ausencia de significación para la regresión estimada.

En el peso a los 75 días no se manifestaron en ningún caso tendencias genéticas mostrando una estabilidad tanto para sementales como para población total, sin embargo el valor genético directo en sementales para este valor mostró significancia para la regresión pero con un bajo coeficiente de regresión; Analla y col., (1994) en el Segureño encuentran unos coeficientes de regresión apreciables aunque inversos para las tendencias genéticas de los valores genéticos directos y maternos del peso a 90 días. A este período lo vamos a

definir como el peso final del cordero que en otras razas se ubica en los 90 días o posteriores.

Para crecimiento a 30 días las tendencias genéticas muestran una significación similar a lo reportado por Alonso y col., (1989) y Jurado y col., (1994), donde se pudo apreciar una tendencia positiva para el valor genético materno para sementales y también para el valor genético directo en población total.

Para el crecimiento a 45 días, realizaremos solo consideraciones sobre nuestros propios resultados por no disponer en la bibliografía consultada de referencias acerca de este periodo para la especie ovina. Destacamos un periodo inicial de tendencias directas tanto para sementales como para población total, como se puso de manifiesto con el estudio de las regresiones que fueron altamente significativas para este período.

En cuanto al crecimiento a 75 días, que para nuestro estudio coincide con el crecimiento durante toda la vida comercial del cordero, se apreció un comportamiento similar al del periodo anterior lo cual se pone de manifiesto así mismo por la alta significancia del valor genético directo tanto para sementales como población total.

## CONCLUSIONES

1. El ovino Segureño ha presentado en el presente trabajo unos pesos y crecimientos propios de una raza especializada en producción de corderos ligeros propios del mercado español.
2. Los efectos fijos del Rebaño, Año, Estación, Tipo de parto y Sexo, así como la covariación lineal y cuadrática con el número de parto resultaron altamente significativas, y como tales fue recomendada su inclusión en el modelo de análisis genético.
3. El efecto Rebaño destaca sobre el resto de los factores estudiados, debido a que en él influyen múltiples efectos alimenticios, de manejo y microclimáticos.
4. La utilización de un modelo animal univariado con efecto materno se ha revelado de gran eficacia en el esquema de selección del Segureño, obteniéndose soluciones BLUE para los efectos fijos y BLUP para los aleatorios de alta calidad.
5. La selección masal aplicada históricamente sobre el Segureño se ha apreciado como ineficaz de acuerdo a las escasas tendencias genéticas demostradas por los coeficientes de regresión calculados para las mismas, su significancia y sus bajos coeficientes determinativos.
6. De cualquier manera se ha percibido cómo las ganaderías han ejercido una selección masal basada en el genotipo directo para los machos y sobre los genotipos maternos en las hembras, lo que supone un comportamiento contradictorio poco eficaz.
7. A partir del presente trabajo los ganaderos podrán emplear criterios modernos basados en la utilización de valores genéticos BLUP que avalan la influencia individual y familiar, lo que unido a una correcta dirección técnica en la toma de decisiones redundará sin duda en un eficaz progreso genético.