

CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE LA APTITUD LANERA DEL MERINO AUTÓCTONO ESPAÑOL



**Francisco A. Arrebola Molina
Córdoba, 2002**



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS



La lana ha sido y en cierto sentido aún lo es, la producción más característica de muchas razas ovinas, siendo las cualidades de ésta la base de la diferenciación racial (extensión del vellón, longitud de los mechones, densidad folicular, finura de la fibra, etc.).

Dentro del ovino productor de lana, que según Fraser (1989), es ligeramente superior al 50% de la población mundial de ovino (el otro 50% está desprovisto o presenta un vellón muy ligero), destaca el tronco merino, derivado del genuino Merino español, que engloba una serie de razas caracterizadas por la calidad de su lana.

La lana constituyó la base fundamental para la producción de tejidos desde la Antigüedad. Su alta cotización favoreció la selección de ovinos hacia una cualificada producción de lanas finas, como el Merino español. Sin embargo a finales del siglo pasado disminuyó su importancia debido a la competencia comercial de las fibras naturales vegetales (algodón, lino) y de las sintéticas derivadas del plástico (poliuretano, poliamídicas, acrílicas, etc.). Por ello, salvo en algunos países del Hemisferio Sur: Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, China, Argentina y Uruguay, de condiciones ideales para la producción extensiva del ganado, la producción de lana ha recibido en los últimos tiempos poca atención en el resto del mundo.

En Europa la lana constituye aproximadamente el 4% de las fibras textiles trabajadas (Piacenza, 1999), pero dentro de la cuenta de la explotación ovina, sólo representa un 1% de los ingresos del productor. Independientemente de su importancia económica dentro de la cuenta de explotación (con unas variaciones enormes a lo largo del tiempo), ha presentado un significado histórico muy importante en nuestro país.

Desgraciadamente el Merino español ha sufrido en mayor medida (por diversas causas como la falta de planificación o de una buena infraestructura productiva, comercial e industrial) la fuerte depreciación económica de esta producción.

Este hecho provocó que, en la década de los 70 y 80, se produjese un cambio de orientación de esta raza hacia la producción cárnica y el establecimiento de un Núcleo de Control, que permitió el establecimiento del actual Esquema de Selección para la aptitud Cárnica, dentro del Plan Integral de Mejora de la raza, tendente a la mejora cuanti-cualitativa de la producción de carne, manteniendo su rusticidad y características raciales.

Para ello se planteó como objetivos de selección, además de la mejora y uniformización del crecimiento de los corderos y la mejora de las cualidades



maternas, el mantenimiento y en su caso la mejora de las características raciales, incluida la rusticidad y la producción lanera. Esta alusión a la producción lanera viene derivada de su importancia en el prototipo racial de la raza, pero también como seguro de futuro para mantener un caudal genético que puede ser muy valioso si las actuales perspectivas de revalorización la lana se confirman.

Es preciso actualizar los conocimientos sobre la lana, dado el abandono en que ha quedado, debido al bajo valor económico de este producto. Y no debemos perder nunca la consideración de la lana como patrimonio cultural, fruto de más de 9.000 años de evolución.

Por tanto, la importancia de realizar un estudio que refleje la situación actual de las características laneras del Merino autóctono Español puede resumirse en cuatro puntos:

1.- La importancia y el significado histórico de la raza Merina en España.

La raza Merina española constituye, una raza-población con preferente aptitud hacia la producción de lana, aún cuando presenta asimismo características funcionales para la producción de carne y con menor intensidad para la producción de leche. Las características de su producción lanera, primeramente, y las de su formato después, pueden considerarse a este respecto como las más apropiadas a los ecosistemas naturales donde se realiza su explotación (Díaz, 1951).

Los caracteres a destacar con respecto a la raza Merina son:

- El elevado censo de animales, independientemente de su importancia como reserva genética. El tronco Merino es el más importante del mundo en función del número de animales y razas que comprende.
- El significado histórico y el papel jugado por España en la difusión y desarrollo del Merino en el mundo. En España, cuna del Merino, esta raza tiene un significado especial tanto por razones históricas al ser la más importante de las razas que integran la cabaña ovina nacional como por representar la reserva genética más antigua del Merino. En tales circunstancias, durante muchos años se ha cuidado la selección morfológica y el rendimiento de la raza, tanto en lana como en carne. Sin embargo, en la década de los sesenta y setenta se produce una importante pausa durante la cual la raza Merina ocupa un puesto poco relevante. Esto es debido principalmente a:
 - ❑ Una fuerte caída del precio de la lana. Esta situación restó estímulo a los criadores tradicionales de Merino.



- La orientación de la raza hacia la producción de carne, como objetivo principal. De esta forma se rompieron los esquemas establecidos en épocas anteriores para la selección de animales, dirigida prioritariamente hacia la producción de lana.
- El gran interés de los ganaderos por las razas importadas de alto rendimiento cárnico, cuyos sementales destinados al cruzamiento llegaron a poner en peligro la raza autóctona.

2.- El actual movimiento en la U.E. en defensa de la lana.

Este producto representa actualmente para los ganaderos de ovino un 1% de sus ingresos (Esteban et al., 1998). Sin embargo la lana es una materia prima que alcanza tras su transformación un altísimo valor añadido.

En la actualidad, el precio de la lana en España es similar al que regía hace cuarenta años y de hecho, en ocasiones, el precio de venta de la lana es inferior al coste de la esquila (Esteban *et al.*, 1998). Además en la U.E. la lana merina representa menos del 5% del valor del conjunto de las producciones de la raza, frente al 60-80% en los países productores del Hemisferio Sur (Daza, 1996). No obstante, la tendencia actual en la Unión Europea es un cambio hacia la revalorización de la lana, siendo sus principales acciones a este respecto:

- La creación del *Grupo de Lanasy Europeo* (E.W.G.) en el año 1997, para la defensa de la lana en Europa. Es una organización profesional cuyo objetivo es la valorización de las lanasy producidas en Europa, los intercambios de conocimientos y la representación de los intereses comunes del grupo (Dusansoy, 1999).
- A nivel de Parlamento Europeo, se intenta incluir el sector de la lana entre los productos agrícolas de manera expresa.
- Se ha presentado en la comisión de Agricultura del Parlamento Europeo un Programa, donde se contempla la necesidad de aplicar medidas y establecer ayudas para reformas estructurales en el sector de la lana y mejora de la formación profesional.

3.- La importancia del Merino en el entorno rural, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio ambiental

La producción ovina es un elemento importante del paisaje rural en España y Europa. En algunas regiones montañosas o en tierras pobres, es un recurso esencial ya que, en éstas zonas son posibles pocas producciones agrícolas de otro tipo, y las ovejas mantienen las tierras, ya que de no ser así, se producirían catástrofes ecológicas.



Con respecto a la protección medio ambiental, hay que destacar que la producción textil es hoy día muy dañina para el medio ambiente. Casi un 50% de los textiles son sintéticos a base de petróleo (Kristeson, 1999). El cultivo del algodón es uno de los mayores consumidores de pesticidas, amén del consumo de agua. Ante ello debemos de valorar la creciente importancia que posee la producción de lana en condiciones respetuosas con el medio ambiente. A todo ello hay que añadir la creciente preocupación por parte de los consumidores sobre el origen de los productos y su "trazabilidad", siendo la originalidad y la calidad factores determinantes para la comercialización. De este modo la lana goza, como fibra natural, de una muy buena imagen de marca de calidad.

4.-La importancia de la mejora genética de la producción lanar. Que justifica en gran parte este estudio, viene dada por (Atkins, 1997):

- Incrementar la producción de lana y fijar un recurso que da una mayor estabilidad económica al productor.
- Mejorar la calidad de la fibra, para que en su posterior procesamiento se obtenga un producto final de más calidad, y mejore el valor final de la lana en su comercialización.
- Identificar los rasgos más apropiados para poder valorar la lana, y el producto final, el hilo y las prendas manufacturadas.
- Obtener un conocimiento preciso de los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones), para hacer una predicción efectiva de la respuesta a la selección, así como seleccionar animales cuyo potencial genético pueda significar una mejora en el programa de selección de la raza.
- Evaluar las estrategias de selección con las que obtener una ventaja de máxima eficacia con respecto a su coste, para conseguir el máximo progreso en los objetivos ganaderos.

El **objetivo principal** que persigue con la realización de la presente Tesis Doctoral es conocer en qué situación se encuentra la lana del Merino español (teniendo en cuenta que la selección en las últimas décadas se ha realizado por peso del animal vivo), realizar el primer estudio genético (heredabilidades y correlaciones) del Merino autóctono español y sobre esa base, simular y predecir el futuro de las cualidades de la lana merina.

Así pues, y haciendo una descripción más explícita, **los objetivos** que pretendemos cumplir con la realización de la presente Tesis Doctoral pueden resumirse en tres apartados:

- 1.- Conocer la situación actual de las principales características laneras del Merino Autóctono Español, a través del estudio de los estadísticos de posición y dispersión de las variables:



- Peso del vellón.
- Ondulaciones de la fibra.
- Finura de la fibra.
- Longitud de la fibra.
- Fibra heterotípica

2.- Estimación indirecta del potencial de producción lanera del Merino y su repercusión en la cuenta de explotación.

3.- Análisis de la posible influencia de los distintos factores ambientales sobre las características laneras del Merino.

4.- Caracterización genética de las características laneras (heredabilidad y correlaciones genéticas y fenotípicas) con el fin de predecir las respuestas a la selección en función de las estrategias de mejora.

5.- Simulación del progreso genético, usando programas informáticos, de las características de la lana.



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



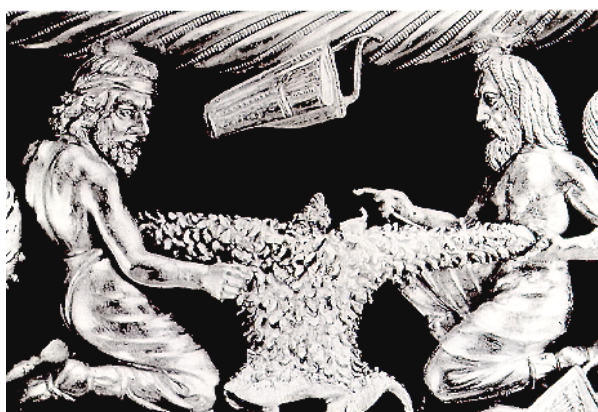
ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN LANERA

Aunque el vellón de lana constituye la característica distintiva de la oveja doméstica, hace apenas 8.000 años, la oveja presentaba una lana marrón, formada por gruesos pelos canizos que se desprendían anualmente, y un pelaje corto y lanoso que también se mudaba. La evolución del pelaje de la oveja no puede interpretarse sin aludir al auge de las artes textiles desarrolladas en paralelo con los cambios biológicos del vellón (Ryder, 1987a). En algunos casos, las innovaciones técnicas motivaron la cría selectiva a favor de ciertas características del pelaje; en otros, la influencia se ejerció en sentido contrario, inspirando las propiedades de la lana nuevos modos de aprovecharla.



La estructura del vellón se modificó escasamente en el transcurso de los tres o cuatro mil años que siguieron a la domesticación de la especie en Oriente Medio, hacia el 11.000 a. C. (Ryder, 1987a).

Las primeras fibras de aplicación textil impulsaron la cría selectiva de ovejas, para mejorar el vellón. Este estímulo se acrecentó cuando, todavía en la prehistoria, se aprendió a hilar las fibras en hilazas, que luego podrían tejerse. El fieltro de la lana constituyó, con bastante seguridad, el más primitivo de los tejidos derivado de fibras animales.





A lo largo de los varios miles de años que siguieron al estadio representado por el muflón, la cría selectiva redujo el diámetro de los gruesos pelos canizos del vellón externo. Simultáneamente, el suave pelaje interior de la oveja primitiva fue tornándose más grueso. Con la evolución y selección se perdieron los pelos medulados y quedó la lana. Reminiscencia del pelo medulado es el *kemp* o halo de los corderos que corresponde a folículos primarios, y que en las razas merinas se muda o cae dentro del primer año, no volviendo a reaparecer (Montero, 1959). El diámetro promedio de la fibra interior de la oveja salvaje es de 15 micras, en la actual es de 20 micras.



Las pruebas arqueológicas muestran que del 5.000 al 1.500 a. C. se desarrollan dos tipos de vellones, el pelaje intermedio piloso en el que las abundantes fibras de lana corta ensanchan la base y los pelos canizos, más escasos y largos, forman la punta; y un segundo tipo vendría representado por el pelaje intermedio general, cuyos pelos canizos se han transformado ya en lana de tipo medio. La longitud y calibre de la fibra son más uniformes, de ahí que aparezca más apelmazada y de punta roma (Ryder, 1987a).

En la Edad del Hierro (a partir del 1.500 a. C.) aparecen otras variedades de color (originariamente sólo existía el marrón), algunas ovejas empezaron a perder la tendencia a mudar, conservándose los pelajes de año en año, pasando a ser de una protección fisiológica a otra netamente económica y aprovechable por el hombre (Montero, 1959), y ello facilitará el advenimiento de dos avances técnicos: el teñido y el esquila. También en este momento acontece la transformación de los pelos canizos en fibras de lana más fina, de tipo medio.

Por el examen de restos de ovejas de esa época, se agrupan en tres clases (Díaz, 1951); el argalí (*Ovis ammon*), el urial (*Ovis vignei*) y el muflón (*Ovis musimon*). Para nosotros es importante el *Ovis vignei*, especie muy difundida por el Asia Menor, Norte de Africa y Europa, y que ha dado origen a gran parte de las razas ovinas actuales de estas regiones.

Parece por tanto, que el Merino tuvo su origen en las regiones cálidas del sur de España, incluso puede que produjesen para el Imperio Romano las acreditadas lanas de la Turdetania y la Bética. Existen otras hipótesis acerca del origen de la raza Merina (Díaz, 1951; Zarazaga *et al.*, 1977). Para otros autores sería una raza importada, bien siguiendo la ruta norte del



Mediterráneo, por parte de los romanos; bien la llevaron consigo los árabes, concretamente por la tribu de los benimerines, de donde provendría el nombre con el que se le conoce en la actualidad.

En la Época Romana se produce el paso a tres variedades lanares que conducen a los tipos actuales:

- ✓ Fibras de tipo medio, derivadas de pelos canizos que se afinan y convierten en un pelaje que sólo contiene fibras finas de una reducida gama de diámetros. Ha originado la actual lana fina.
- ✓ Las fibras finas, ancestrales, ganan aspereza, pasan a fibras de grosor intermedio y producen un vellón medio uniforme: el vellón ordinario. Se usa en alfombras y mantas.
- ✓ La convergencia de las dos vías anteriores origina el vellón semifino. La lana entrefina actual se usa en calcetería y prendas de punto.

En la Edad Media cobran importancia las variedades de lana entrefina y ordinaria, y en torno al Mediterráneo se apuesta por la lana fina. Es entonces cuando parece cobrar importancia la raza Merina, primera productora mundial de lana (Díaz, 1951). Surgida en la España Medieval, se apreció hasta tal punto esta raza que llegó a prohibirse su exportación al extranjero. Sus rebaños marcaron el paisaje de la meseta y los ganaderos llegaron a influir sobre la política nacional.



Según Castejón (1941) se considera probable la formación del ganado Merino como fruto de un cruzamiento que se produjo en tiempos del Imperio Romano entre carneros grandes, convexos, de capa blanca y fuertes cuernos espirales procedentes de Marruecos con ovejas béticas, cóncavas, pequeñas y de capa negra. Este mestizo se seleccionó por su producción lanera, hasta conseguir la completa fijación de sus caracteres actuales. En abono de





esta teoría habla la patente desarmonía del ganado Merino, más propia de un mestizo procedente de la unión de tipos muy diferentes que de una raza pura. Así, recuerda el citado autor que el tercio anterior del ganado Merino es propio de un cirtoide, con su perfil convexo de cabeza, grandes cuernos espirales y capa blanca, mientras que su tercio posterior es el propio de perfiles cóncavos, al que corresponden su abundancia de faneros, los repliegues de la piel y el espesamiento de las extremidades, así como la exuberancia de sus producciones sebáceas y pilosas y la ondulación de éstas últimas. Estos lejanos cruzamientos fueron refrescados más tarde por sucesivas importaciones de ganados africanos en tiempos de la dominación árabe y de algunos reyes de Castilla, Pedro IV de Aragón y los Reyes Católicos fundamentalmente (Díaz, 1951).

Hasta mediados del siglo XV no se encuentra cita alguna para designar al ganado Merino. La más remota fue encontrada en los inventarios de tarifas expedidos por Juan II en 1442 y Enrique IV en 1457, por las que se fijaban las tasas para el paño confeccionado con "lana merina" (Laguna, 1986). Con el producto de la lana merina



se sufragaron gastos del descubrimiento y colonización de América, así como gastos generados por las guerra europeas del S. XVI. Hasta el año 1600, sólo se conservan una docena de citas referentes a dicha clase de lana, en unos dos mil documentos existentes en el archivo de la Mesta (Díaz, 1951). La creación del *Honrado Concejo de la Mesta* por el rey Alfonso X "El Sabio", cuya función fue proteger y fomentar la trashumancia de la oveja Merina, supuso un fuerte respaldo a la consolidación de la raza. El éxito de la Mesta se debió a su fuerte carácter gremial, a su buena organización interna y a la fuerte protección real de que gozó a lo largo de su existencia. Así a comienzos de la Edad Media, era ya costumbre entre los numerosos pastores castellanos el arte de "Fazer Mestas", es decir celebrar reuniones locales, principalmente con el fin de retornar animales extraviados a sus originarios dueños. Con el reconocimiento oficial de la trashumancia se crearon cañadas reales, cordeles y veredas (así denominadas según su anchura legal). De esta manera, se logró establecer una extensa red de comunicación que cubría toda la geografía española.





La lana estimuló el nacimiento y desarrollo de una potente industria artesana textil. Durante los siglos XVI, XVII y XVIII, las lanas españolas abastecieron las principales fábricas de paños de Europa. Los puertos del Levante tenían como destino los centros manufactureros del norte de Italia, y los puertos Cántabros enlazaban con Francia, Inglaterra y Flandes. En 1576 y sólo a Brujas (Bélgica), se exportaron 40.000 sacos de lana. La lana enriqueció las posibilidades de la tapicería europea y dio gran vivacidad a la fabricación de alfombras. En España tenían un gran crédito los tapices de Barcelona y la fábrica de Santa Isabel en Madrid, así como las alfombras fabricadas en Cuenca, Chinchilla y Murcia.

El monopolio español acabó en el S. XVIII y en menos de 100 años la raza Merina se introdujo en otros países europeos y en el hemisferio Sur (Ryder, 1987a). A partir de 1767 comenzó la dispersión de animales merinos fuera de España. Francia constituyó en esa época el rebaño origen del Merino de Rambouillet. A partir de estas exportaciones se inicia un declive en España de la importancia del Merino y la lana, sirva como ejemplo del declive sufrido que en 1789, recién iniciada la multiplicación de la oveja merina en el mundo, exportó España 4.000.000 de kg de lana, y en 1870 se exportaron sólo 2.300.000 kg de lana (en 1802 se enviaron las primeras ovejas merinas a Australia).

La protección de que gozaron los ganaderos de la Mesta terminó en 1837. Cuando las Cortes de Cádiz cancelaron los privilegios de la Mesta, la oveja merina perdió en el interior del país posibilidades trashumantes, y por tanto productoras, y en el exterior se quedó sin sus mejores mercados. España exportaba lana a través de Bilbao y Alicante, aunque la capital de la lana era Segovia, que también gozaba de una gran industria de pañería. Después de que ésta decayera, se intentaría la creación de Reales Fábricas, siguiendo el modelo francés: se fundaron en Ezcaray (La Rioja) Brihuega (Guadalajara) y San Fernando (Madrid). Pero los proyectos fracasaron y finalmente la industria lanera se terminaría concentrando en cuatro ciudades: Alcoy (Alicante), Béjar (Salamanca), Tarrasa (Barcelona) y Sabadell (Barcelona).





CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL

Durante la primera mitad del siglo XX la lana mantuvo una cierta importancia y tuvo unos precios aceptables. En los años 60 se produce una grave caída en los precios de las lanas, tras la recesión y hundimiento del mercado internacional de la lana. Es entonces cuando se decide reorientar la raza Merina hacia la producción de carne. En primera instancia este procedimiento se afronta con la introducción de razas ovinas especializadas en la producción de carne, sobre todo Merino Precoz, que se cruzan con hembras merinas puras. Sin embargo esta práctica mal planificada provocó un elevado mestizaje con la población Merina autóctona, lo que mermó considerablemente su pureza, estando el Merino Autóctono Español en grave peligro de extinción.

Ante tal situación el MAPA, preocupado por la conservación de la raza crea en 1971 en Hinojosa del Duque (Córdoba), un rebaño a partir de las cabañas de mayor prestigio del país con el fin de recuperar la pureza racial del Merino.

En los años 80 la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino Autóctono Español (que se creó en 1977), comienza a trabajar en el desarrollo de un programa de selección y mejora específico para la raza Merina en pureza orientada hacia la producción de carne, manteniendo en la medida de lo posible las características raciales y su rusticidad.

La raza Merina se encuentra muy difundida en España, extendiéndose por zonas adeshadas del sudoeste y sur de España. Concentrándose más del 98% del censo en cuatro comunidades autónomas; Extremadura (50%), Andalucía (26%), Castilla-León (12%) y Castilla la Mancha (10%). El núcleo más representativo se localiza en las provincias



de Badajoz, mitad sur de Cáceres, Norte de Huelva y Sevilla, nordeste de Córdoba (Valle de los Pedroches) y Oeste de Ciudad Real (Valle de Alcudía).

En la actualidad, en España no existe ninguna organización de recogida de lana. Los compradores privados o sus agentes acuden directamente a la granja y abonan un precio no diferenciado. Y aunque ellos saben lo que compran, el ganadero no siempre sabe lo que vende. La



clasificación la hace el negociante o el industrial durante el lavado. La industria española se ha dotado de tecnologías modernas, eficaces para grandes lotes de lana homogénea, pero poco adaptadas a la lana autóctona, muy diversificada. Si bien el precio de la lana importada es elevado, su rendimiento en el lavado y la carda es superior, lo cual hace su transformación más rentable.

En 1995, la Lonja de Extremadura, organismo encargado de la comercialización de productos agrícolas, implantó las "Mesas de Precio" para la lana; unas subastas de unos 25.000 kg, procedentes de varias cooperativas miembros de la Lonja. El precio es fijado por los criadores. Los precios obtenidos en estas mesas sirven de referencia para el resto del país.

En los años 1997-1998 se estimaba que existían, a nivel mundial, unos 1.100 millones de ovejas y una producción de 2.500 millones de kg de lana sucia. En la tabla 1 se reflejan los principales productores de lana a nivel mundial; produciendo en conjunto los países de la Unión Europea, 100 millones de ovejas y 180 millones de kg de lana. En resumen, la población de ovejas de la UE representa el 9% de la población mundial, y la producción de lana sucia el 7% de la producción mundial. La lana constituye aproximadamente el 4% de las fibras textiles trabajadas, siendo la mayor parte fibras sintéticas y algodón. Alrededor del 40% de la producción mundial de lana se obtiene de ovejas merinas y un 43% de variedades cruzadas. El 17% restante procede en su mayoría de variedades especiales de oveja y otros animales tales como el camello, la alpaca, las cabras de Angora, Cachemira y Mohair, la llama, la vicuña, el yak y el guanaco (Piacenza, 1999).

Tabla 1: Principales productores mundiales de lanas, expresadas en millones de kilogramos de lana sucia (Wool Fact File de The Woolmark Co. 1998-1999).

	Producción de lana
Australia	725
China	290
Nueva Zelanda	275
Ex-URSS	166
Uruguay	85
Argentina	77
Reino Unido	65
Sudáfrica	63
Total	1746

El Merino, aunque es una raza altamente especializada en la producción de lanas finas, debido a su amplia difusión y a su capacidad para combinar caracteres exitosamente con otras razas, se ha convertido en la base de un amplio número de razas, unas especializadas en carne, otras en lana y otra con doble aptitud (Carne y lana) o triple (Carne, leche y lana) (Tabla 2).



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL

Tabla 2. Razas basadas en el Merino productoras de lana (McMaster, 1994).

RAZA	PAÍS DE ORIGEN	ANTECEDENTES	DESCRIPCIÓN
Columbia	E.E.U.U.	½ Rambouillet, ½ Lincoln	Carne y lana
Merino de Arles	Francia	Merino, razas locales	Carne y lana fina.
Corino	Argentina	¼ corno Aust., 1/8 Merino, 5/8 Corriedale	Lana y carne.
Corriedale	N. Zelanda y Australia	½ Merino, ½ Lincoln	Lana
Dohne Merino	Sudáfrica	½ Merino, ½ German Mutton (fleischschaf)	Lana fina, carne.
Rambouillet	Francia, E.E.U.U.	Merino español	Lana, carne
Peppin	Australia, Nueva Zelanda, Argentina	Merino español	Lana, carne
Merino Emperor	Australia y Nueva Zelanda	Merino español	Lana, carne
Merino	Australia	Merino español	Lana y carne.
Sudaustraliano			
Merino Saxon	Australia y Nueva Zelanda	Merino español	Lana, carne.
Spanish Merino	Australia y Nueva Zelanda	Merino español	Lana y carne.

En el actual mundo del Merino existen dos posiciones diferentes (Esteban, 2001); una, que puede calificarse de conservadora, aplicada en España, y en los tipos "saxon" y "español" de Australia y Nueva Zelanda, sin olvidar el reducido rebaño de Rambouillet (Francia). En los casos citados, se mantienen en pureza los tipos originales del Merino español. En este sentido, los cambios morfológicos y productivos que se presentan con el paso del tiempo, son generalmente fruto de la selección; aunque ciertamente, en algunos momentos se ha refrescado la sangre mediante la introducción de diferentes estirpes del Merino (es el caso del Merino Precoz en España). La otra posición, que se puede calificar de progresista, es la mantenida prácticamente en todos los grandes países productores de Merino: Australia, Argentina, Sudáfrica, Uruguay, Nueva Zelanda y Rusia entre otros, donde se han buscado nuevos tipos locales formados con la introducción de sangre distinta a la del Merino, al objeto de formar animales adaptados a las exigencias del momento de cada país, tanto en lo que respecta a la demanda del mercado, como a la adaptación al medio disponible. A ello ha contribuido la alta capacidad del Merino para transmitir sus características especiales al combinarse con otras razas; la necesidad de ampliar su objetivo productivo (limitado a la lana), a otras producciones, principalmente a la carne; o la idea de introducir nuevas características especiales al combinarse con otras razas; incluso, facilitar la adaptación a determinados medios y climas,



principalmente húmedos, donde el Merino presenta problemas, todas ellas fueron razones para justificar la inyección al Merino de sangre procedente de otras razas.

ESTRUCTURA DE LA LANA

LA LANA

La **lana** es un particular revestimiento piloso, propio de los ovinos, caracterizado por carecer de médula (parte central del pelo de los mamíferos). Se organiza en una unidad elemental llamada fibra. Las fibras se agrupan en mechas, la suma de las cuales integran los escudos, delimitados por fisuras o grietas llamadas costuras. El conjunto de escudos y mechas constituyen el vellón (Sánchez-Belda, 1965).

También se suele definir la lana, como la producción epidérmica de tipo fibroso del ganado ovino, cuyo conjunto - obtenido por esquileo - se denomina vellón (Montero, 1959).

Estructura de la piel

En la piel de los ovinos existen dos tipos de folículos formadores de fibra (Montero, 1959):

- ❖ Folículos primarios.
- ❖ Folículos secundarios.

El folículo es un órgano de la piel, y por lo tanto para comprender su anatomía es necesario describir previamente la estructura de la piel, de la cual se origina.

La piel está formada por dos capas principales; la epidermis, que es la fina capa exterior, y la dermis, que forma el grueso de la piel. En los ovinos la epidermis representa el 5% del grosor total de la piel. Es un tejido epitelial, poliestratificado y comprende las siguientes capas: estrato córneo, estrato lúcido, capa granulosa, estrato espinoso y una capa basal o germinativa. Por otro lado la dermis está formada por tejido conjuntivo denso y presenta dos capas: la dermis propiamente dicha, en contacto con la epidermis y la hipodermis, que es la capa más profunda.

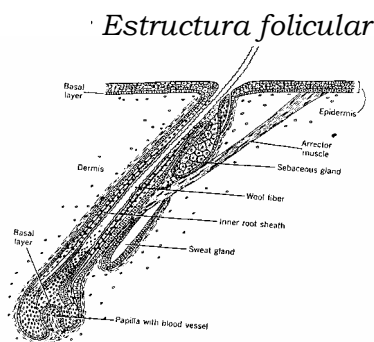
En dirección longitudinal, el folículo puede dividirse en varias regiones:



- Región del bulbo: dentro de ésta se encuentra la papila, que comprende un grupo de células de la dermis. El bulbo contiene las células germinativas, cuya multiplicación provee las células de la fibra. Las células mueren y son expulsadas del folículo con fibra de lana. Este proceso de endurecimiento de las células se llama queratinización debido a que se forma una proteína insoluble.
- Región suprabulbal: esta región tiene forma ligeramente en espiral, y es más gruesa de un lado que del otro, ya que el folículo presenta una especie de hinchazón en uno de sus lados. Las células de la fibra están diferenciadas, y la propia fibra se queratiniza a medida que es rodeada por las capas ya queratinizadas de la vaina interna de la raíz.
- Región superior del folículo: en esta región la vaina externa de la raíz tiene una estructura similar a la epidermis. La membrana del folículo y la parte superior de los conductos de las glándulas sudoríparas y sebáceas, están alineadas con varias capas de células cornificadas. En esta región la fibra está completamente queratinizada.

Alrededor del folículo encontramos unas estructuras accesorias del folículo, que son: la glándula sebácea, la sudorípara y el músculo pilierector.

- Glándula sebácea. Es una glándula que se encuentra al costado del folículo y cuyo conducto desemboca en el interior del folículo.
- Glándula sudorípara. Segrega el sudor a través del cual el organismo regula la temperatura y elimina toxinas. Es un tubo que se enrolla en forma de ovillo.
- Músculo pili-erector. Es un pequeño músculo ubicado a un lado del folículo. Sus extremos están unidos al folículo por un lado y a la epidermis por el otro. Cuando se contrae produce la erección del pelo o lana.



Los folículos primarios se agrupan formando trios y alrededor se desarrollan los folículos secundarios. Los folículos primarios inician su formación en el feto, unos 45 días después de la concepción y están provistos de una glándula sebácea y otra sudorípara. Los folículos secundarios comienzan su desarrollo en el feto tres meses después de la concepción; sólo



están provistos de glándulas sebáceas, pudiendo incluso no existir estas glándulas.

La glándula sebácea produce ácidos grasos y alcoholes que protegen a la fibra de la desecación y humedad ambiental. La glándula sudorípara segrega ácidos grasos y sales de potasio a nivel de la zona superior del folículo protegiendo a la lana de los rayos ultravioletas de la luz solar y regulando la temperatura corporal del organismo.

Los folículos primarios se agrupan de tres en tres, uno central y dos laterales, rodeándose este trío de un número variable de folículos secundarios, que depende fundamentalmente del tipo genético (25 o más en razas de lana fina, y 3-5 en razas de lana gruesa).

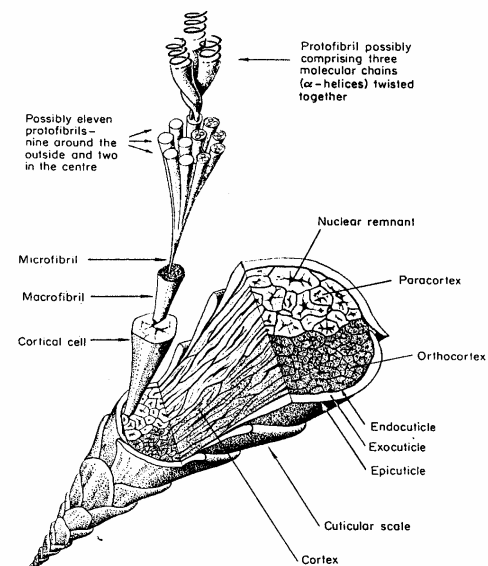
Los folículos primarios producen fundamentalmente pelo y *kemp*, siendo los secundarios los principales responsables de la producción de fibras de lana.

Estructura de la fibra de lana

La fibra de lana está constituida por las siguientes capas, desde el exterior hacia el centro (Fegan, 1947):

- Cuticular: capa externa integrada por células planas poligonales superpuestas incompletamente, presentando los bordes libres. Consta a su vez de tres capas; epicutícula, exocutícula y endocutícula. La epicutícula es muy resistente a los agentes químicos e impide la entrada de colorantes durante el proceso de teñido, pero desaparece durante el lavado y cardado, ya que es sensible a los tratamientos mecánicos. Las otras dos capas sí son vulnerables a los agentes exógenos.

Corte transversal de una fibra



- Cortical: constituye el 90% de la fibra. Está formada por células alargadas fusiformes que contienen queratina. Estructuralmente está integrada por macrofibrillas (que miden aproximadamente 100 micras de largo por 2-4 micras de ancho) y éstas, por microfibrillas, cada una de las cuales incluyen a 11 protofibrillas, dos internas y nueve



externas. La protofibrilla está integrada por tres cadenas polipeptídicas enrolladas. Las proteínas detectadas son de tres tipos: proteínas con bajo contenido en azufre (suponen una 2/3 del total y tienen un elevado contenido en metionina y lisina), proteínas con alto contenido en azufre (suponen hasta el 35% y forman la matriz proteica no fibrilar, son ricas en cistina, prolina y serina), y proteínas ricas en tirosina y glicina (representan el 1-12% y se detectan en la matriz y en la membrana de las células corticales).

Por su composición, densidad, elasticidad, fijación de colorantes y apariencia al microscopio electrónico, se distinguen dos tipos de células corticales: ortocortex (basófilo, poco denso, blando y con gran capacidad de fijación de colorantes) y paracortex (más denso, menos elástico y con escasa capacidad de fijación de colorantes).

- Médula: es una tercera capa central que aparece en las lanas gruesas, careciendo generalmente de ella las finas.

La estructura química de la fibra de lana se basa en un conjunto de macromoléculas de queratina estabilizadas mediante enlaces disulfuro, salinos y de hidrógeno, siendo los primeros los de mayor importancia. El análisis químico elemental de la lana observa de un 3% a un 5% de azufre, porcentajes derivados de su riqueza en aminoácidos azufrados, aspecto a tener en cuenta en la alimentación cualitativa de los ovinos. La eficiencia merced a la cual una oveja convierte la proteína de su alimento natural en queratina de la lana rara vez excede del 10%. En términos de proteína alimenticia, la lana es por tanto un producto muy caro.

Para proceder al estudio de la lana veremos las cualidades del vellón, de la mecha y de la fibra de lana.

EL VELLÓN

Se denomina vellón al volumen total de lana producido por un animal en un año, y está compuesto de fibras las cuáles se integran en mechales o vedijas. Las mechales se agrupan en cúmulos y éstos en escudos, separados entre sí por costuras (Montero, 1959).

También se define el vellón como el conjunto de lana que cubre el cuerpo de un ovino, y como la totalidad de lana obtenida después de esquila al animal (Martins y Chabert, 1999).

Según su forma los vellones pueden ser (Montero, 1959):



- ❖ **Abiertos.** Con mechas de fibras de distintas longitudes que se agrupan en los extremos, dando forma de pirámide. Estas formas de vellón las encontramos en las razas Churra y Lacha.
- ❖ **Semiabiertos.** Con mechas trapezoidales, de base superior más pequeña que la inferior. También se les denomina entrefinos ordinarios o estambreros. Los encontramos en la raza Aragonesa, Manchega y Castellana.
- ❖ **Semicerrados.** Con mechas trapezoidales (con ambas bases casi iguales). En las razas de lana entrefina y fina, y en individualidades selectas de la raza Segureña.
- ❖ **Cerrados.** Con mechas rectangulares. Se presenta en ovino Merino.

Como las lanas de las diferentes partes del vellón no tienen el mismo valor, en las fábricas se hace una separación que corresponde a las regiones del cuerpo del ovino:

- Lana de la espalda.
- Lana de los costados, flancos y brazos.
- Lana del dorso.
- Lana del cuello y piernas.
- Lana de la barriga, cabeza, barbilla, extremos de brazos y piernas y rabo.



En el vellón interesan contrastar, además del peso, las siguientes características:

1. **Forma.**- En animales especializados en la producción de lana se buscan vellones cerrados, de mechas rectangulares, compuestas por fibras con idéntica longitud, de manera que su cara externa sea lisa y continua.
2. **Coloración.**- Se suelen buscar vellones completamente blancos y sin matiz alguno.
3. **Extensión.**- Es la proporción que representa el revestimiento lanoso con relación a la superficie cutánea del animal. Se eligen animales de vellón que cubra, además del tronco del animal, el cuello, la cabeza y las extremidades.
4. **Densidad.**- Viene definida por el número de fibras de lana por unidad de superficie de piel. Respecto a la densidad, los vellones se califican de



apretados o flojos. En los primeros las fibras se agrupan estrechamente para formar grandes mechas y éstas extensos escudos, con costuras apenas marcadas y en escasa presentación. Los segundos, están constituidos por numerosísimas mechas, delgadas y no sueltas, y no es posible delimitar la superficie de los escudos por falta de coherencia y firmeza de la lana. Esta apreciación se basa en la inspección visual y la palpación del vellón.

La densidad es un carácter de heredabilidad alta ligado al tipo genético y a la edad del animal, siendo variable según la zona corporal del animal (Daza, 1996). La densidad del vellón es más elevada en los tipos merinos que en los de lana larga y basta, aumentando hasta los 2 años, permanece constante hasta los 5 y desciende después.

Por otra parte, la separación con las manos del vellón permite observar la superficie cutánea y la morfología de las mechas. Si la superficie cutánea es grande, la densidad es baja y viceversa. Si la región apical de la mecha (cabeza), que se distingue por estar alterada por agentes atmosféricos y cargada de impurezas (tierra, paja, etc.) es muy extensa, la densidad del vellón es baja, ya que los vellones apretados y densos reducen al mínimo la penetración de sustancias extrañas en la lana y la acción de los agentes atmosféricos. Cuando detectamos mechas cuya zona basal (cuerpo), de color claro y limpio, es extensa y la zona apical muy reducida nos encontraremos ante vellones densos.

En un animal en movimiento se observa que en el caso de vellones densos apenas se modifica el trazado y la intensidad de las costuras, al contrario de los vellones flojos, donde éstas se marcan intensamente y al desplazamiento rápido del animal se mueven todas las piezas de ese gran mosaico (Sánchez-Belda, 1965).

La abundancia de fibras por unidad de superficie rara vez coincide con lanas de mucha grasa y sí al contrario, los vellones cargados corresponden a animales de baja densidad.

La edad determina variaciones en la densidad, aumentando desde el nacimiento hasta los dos años, fecha en la que se estaciona para decrecer desde los cinco años en adelante, de forma que a los 7 años las ovejas poseen sólo el 65-68% de las fibras que tenían a los dos años (Sánchez-Belda, 1965). Cuando se aprecia la densidad en corderos, para elegir el recrió anual, hay que tener en cuenta que al no haber sido esquilados presentan cierta irregularidad, como mechas puntiagudas por la diferente cronología de crecimiento; influyendo también el limitado desarrollo de las glándulas sebáceas, dando una sensación de densidad menor de la real.

La densidad también varía con arreglo a las regiones corporales. Las zonas más densas corresponden al dorso y espalda, valores medios se registran en el cuello y costados, es inferior en las nalgas y adquiere valores mínimos en el vientre.



En un estudio realizado en Merino Sudafricano se comprobó que animales con lana de diámetro más fino, tienen una mayor densidad de folículos, sobre todo de folículos secundarios, además poseen una mayor ondulación, y en la corteza poseen una menor cantidad de sulfuro, pero un mayor y bien definido rizo. Los resultados mostraron que las ovejas con pieles más finas tienden a producir lana de diámetro más fino, lo cual contrastó con los resultados previos que mostraban una moderada correlación genética positiva de espesor de piel con la fibra, el diámetro de la lana y el peso del vellón. Por último se evaluó que la calidad de la piel, valorada de forma subjetiva, tiene una heredabilidad alta (0,36 y 0,24 a los 10 y 16 meses de edad respectivamente) y una correlación genética con el vellón limpio de 0,65 y 0,57 a los 10 y 16 meses respectivamente (Hynd *et al.*, 1996).

5. **Homogeneidad.**- Los vellones deben tener las mismas características en las distintas regiones del cuerpo en cuanto a color y matiz, densidad, riqueza en suarda, longitud, ondulación, finura, estructura de la lana, etc. La existencia de fibras heterotípicas (fibras con médula discontinua) pelo (fibras con médula continua de diámetro superior a 50 micras) y *kemp* (fibra de superficie lisa y diámetro superior a 80 micras que se pierde por pelecho) devalúan el vellón.
6. **Peso del vellón.**- Hay que distinguir entre el peso bruto del vellón y su equivalente en lana limpia, que depende, naturalmente, de la "extensión" del mismo; de su "densidad" o "espesura", es decir, el número de fibras por unidad de superficie; y del peso de cada fibra, deducible multiplicando su sección por la longitud y por el peso específico de la lana, que es 1,31. El peso de vellón sucio incluye la grasa que representa entre un 10 y un 25% del peso total.
7. **Rendimiento al claseo.**- El claseo o sorteo es la primera operación a que se somete la lana para su industrialización, y consiste en reconocer y separar las distintas categorías de lana comprendidas en cada vellón (por ejemplo, la lana de la región escapular es de calidad muy superior a la que cubre el vientre). Los rendimientos al claseo serán tanto mejores cuanto menor sea el número de defectos y mayor la uniformidad de los vellones.
8. **Rendimientos al lavado.**- Es el cociente entre el peso de la lana lavada, secada y acondicionada (P_l), y el peso de la lana sucia (P_s): $(P_l/P_s) \times 100$. Y viene expresado en unidades RINDO, equivalentes al tanto por ciento de rendimiento. Los rendimientos al lavado guardan relación con la cantidad de suarda y el grado de suciedad del vellón, dando un rendimiento al lavado mayor en las lanas bastas que en las finas, ya que éstas tienen mayor cantidad de suarda (Daza, 1996).



9. **Presencia de impurezas.** La presencia de contaminantes en la lana ocasiona elevadas pérdidas a industriales y comerciantes, ya sea por indemnizaciones, por la obtención de artículos de calidad inferior a la prevista o por la imposibilidad práctica de utilizar determinadas lanas. Las impurezas del vellón se dividen en tres grupos:
- **Naturales:** las constituyen las escamas de la piel y fundamentalmente la *suarda*, que es el conjunto de secreciones de las glándulas sebáceas y sudoríparas de la piel de los ovinos. Su función es proteger la lana, siendo de naturaleza fundamentalmente grasa. La *suarda* consta de dos porciones, que corresponden a la secreción de cada tipo de glándula. La *suintina*, soluble en agua y elaborada por las sudoríparas, y la *lanolina*, liposoluble y elaborada por las glándulas sebáceas. La *suintina* posee tan alta higroscopicidad que a 25-30 °C, y con el 100 por 100 de humedad relativa del aire, llega a absorber una cantidad de agua equivalente a cinco veces su peso. En cuanto a la *lanolina*, parece ser que algunos de sus componentes son originados por irradiación solar, actividad bacteriana, oxidaciones atmosféricas, etc., que modifican el producto originario elaborado en las glándulas sebáceas (Montero, 1959).
 - **Adquiridas:** tierras; restos vegetales (semillas, hojas, astillas,...); parásitos y sus productos; excrementos y orina que producen coloraciones en la lana no eliminables (lanas “stained”), etc.
 - **Aplicadas:** pinturas de marcas, alquitranes, pez, medicamentos, etc. También pueden aparecer restos de embalajes sucios, rotos y deshilachados y constituidos por material inadecuado (polipropileno, polietileno).

LA MECHA

Se define la mecha como un grupo de fibras de lana que crecen agrupadas de manera natural (Tomey, 1984). Nos interesan las siguientes características:

1. **Forma.-** Las mechas pueden ser: rectangulares, piramidales y trapezoides. Las rectangulares son las propias del ganado especializado en la producción de lana.
2. **Aspecto exterior.-** En las mechas rectangulares se distinguen dos partes: la cabeza y el cuerpo. La cabeza ocupa el extremo distal o punta de la mecha y es la zona de la misma de color oscuro, más o menos llena de suciedad y alterada por la influencia de los agentes atmosféricos. El cuerpo corresponde a la porción proximal de la mecha y está constituido por la zona de lana más limpia. Se busca que la mecha tenga muy poca “cabeza”.



LA FIBRA

Nos interesan las características físicas de la fibra de la lana, ya que son determinantes de su calidad, de su rendimiento en la industria y, por tanto, del precio que recibe por ella el productor:

Estructura.- Nos interesa comprobar la incidencia de las malformaciones estructurales, entre las que destacan:

- Garras, pelo cabruno o pelo canino. Son fibras gruesas insertas en la piel, largas, rígidas, sin ondulaciones y de color blanco mate.
- Pelo muerto. Es una garra que paraliza su crecimiento en un determinado estadio, se estrangula y cae.
- Pelo corderil y halo (*kemp*). Halo es el conjunto de fibras meduladas del cordero. Hay dos tipos: uno completamente caduco, que apenas llega a la primera esquila del animal, y otro parcialmente persistente.
- Pelos parásitos. Aparecen en las ovejas lactantes y proceden de los corderos pequeños.

Finura.- Es el **diámetro** de la fibra de lana. Es un factor de gran importancia para la cotización comercial de la lana (Hunter et al., 1982), pues de una misma cantidad de lana se obtiene más longitud de hilo cuanto más fina sea la lana. El diámetro de las lanas finas (Merinas) oscila entre 14 y 22 micras, pudiendo pasar de 45 en las lanas bastas. Aumenta con la edad hasta los 2 ó 3 años, permanece prácticamente constante desde los 3 a los 6 años y disminuye a continuación (Daza, 1996). El espesor de la lana es variable según la región del cuerpo del animal, siendo más fina en el cuello, costillas y flancos, y más gruesa en el tercio posterior. Se está contemplando la posibilidad de hacer la medición del diámetro de la fibra por airflow (Doak, 1999) aunque esta prueba aún precisa de una correcta calibración. Los programas de selección abogan por una reducción en la variabilidad del diámetro para mejorar el aspecto y la estructura del vellón (Crooks, 1994). Para su medición, y desde un punto de vista comercial, se usa en Australia el Sirolan-Laserscan como sistema de mayor precisión (Naylor, 1998; Gillies, 1997), señalándose la piel como una posibilidad de, en un futuro, predecir el promedio del diámetro de la fibra. Este valor conjuntamente con el peso del vellón es un buen indicador de la calidad del animal y de su progenie (MacLeod, 1998) y la medida temprana de ambos parámetros en carneros, a los 10-12 meses de crecimiento de la lana, puede ser de gran interés. Sin embargo, es un valor que puede aún sufrir un importante proceso de mejora (Mayo, 1994).

Longitud.- Es el largo de la fibra en un año de crecimiento. Se distingue una longitud absoluta y relativa. La primera, o real, es la resultante al deshacer las



ondulaciones; la segunda o aparente, la obtenida sin estirar la lana. La relación entre ambas se llama “relación de alargamiento”. De heredabilidad alta, es un carácter ligado a la raza y a la edad del animal y está correlacionada negativamente con el diámetro. Así, en las razas de lana fina, la longitud de la fibra es de 5 a 9 cm, alcanzando valores superiores a 30 cm en las razas de lana basta o larga. La longitud disminuye con la edad del animal, y también es variable según la región corporal. Suele suceder que al aumentar la longitud disminuye la densidad de la lana.

Ondulación.- Al elegir animales con lana de mucha ondulación, va implícita, también, la finura de la fibra. Cuando una lana ostenta una ondulación regular, uniforme, se dice que tiene “carácter” y es siempre un índice de buena constitución de la fibra y buen fisiologismo folicular. A continuación se exponen los límites admitidos para la selección, en cuanto al valor del ondulado.

Tabla 2: Número de ondulación en función de la raza o el tipo de lana

<i>Raza o tipo de lana</i>	<i>Ondulaciones por 1 cm. de mecha</i>
Merino trashumante y estante fino	más de 8
Merinos estantes	más de 7
Entrefinos-finos	más de 6
Entrefinos-corrientes	más de 4

La medida de la curvatura de la fibra se hace con instrumentos como el LASERSCAN y OFDA (Optical Fibre Diameter Fineness Analyser). Esta medida puede ser un dato adicional para la valoración de lana en su comercialización y procesamiento. Sin embargo, la curvatura en comparación a otros parámetros de medición es más inestable, y se está trabajando para la estandarización de su medición (Fish *et al.*, 1999).

Directamente relacionada con el rizado u ondulación de la lana tenemos la voluminosidad o poder de recuperación, corrientemente llamada “nervio” o “gonflant”. La voluminosidad de una lana se define como el volumen ocupado por una masa de fibras sometidas a una determinada presión (Palet, 1993). En las lanas destinadas a la fabricación de alfombras o moquetas es muy conveniente que tengan esta propiedad, así como en lanas para labores y géneros de punto. Cuantas más ondulaciones presente la lana mayor será su voluminosidad. En el caso de las lanas españolas finas y entrefinas su voluminosidad es muy alta, lo cual puede ser un interesante argumento en el marketing y comercialización de las mismas.

Resistencia.- Es el esfuerzo de tracción que es capaz de soportar una fibra o un haz de fibras de lana. Está correlacionada positivamente con el espesor y



depende del grado de humedad de la lana (Daza, 1996). Es una prueba manual que realizan frecuentemente los esquiladores sujetando con las manos los extremos de una mecha, y tirando. No todas las fibras del cuerpo tienen la misma resistencia, por ejemplo las de la espalda son más resistentes que las del abdomen (Martins y Chabert, 1999). Para seleccionar una fibra resistente se usa una medida indirecta, que es la variación del diámetro de fibra a todo lo largo de la misma. En un estudio realizado en Turretfield, en el sur de Australia con 650 ovejas merinas se determinó que el coeficiente de variación de diámetro de fibra (CVFD) era altamente heredable (0,78) y tenía una moderada correlación fenotípica con la fortaleza de la fibra (-0,44) (Yamin *et al.*, 1999)

Extensibilidad.- Es la capacidad que tiene la lana de poder estirarse antes de producirse la ruptura.

Elasticidad.- Es la capacidad que tiene la lana de regresar a su longitud inicial después de haber sido estirada. Las lanas finas son más elásticas que las gruesas.

Higroscopicidad.- Es el grado de absorción de humedad. La lana absorbe agua hasta el 50% de su propio peso sin que se produzcan escurrimientos. Con el fin de evitar fraudes, generalmente el grado de humedad que se admite suele fluctuar, según países, entre el 12% y el 16%.

La fibra de lana ideal para la industria tendría que ser fina, larga, resistente, elástica y poco higroscópica, aunque estas cualidades, debido a las correlaciones negativas existentes entre ellas, son difíciles de conseguir conjuntamente por selección (Daza, 1996). Desde el punto de vista de la industria y su comercialización, las características de la fibra en función del orden en el procesado de la lana, son (Atkins, 1997):

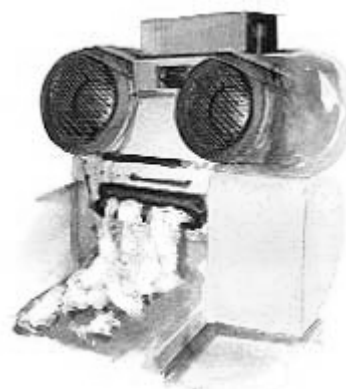
1. **Primer procesado de la lana.-** Se realiza una limpieza de cuerpos extraños, grasa, suciedad, pelos y otros productos obtenidos al lavar la lana. La materia vegetal también es eliminada, así como restos de medicamentos, posibles parásitos de la piel, y cualquier sustancia que pueda perjudicar la calidad del producto final. El éxito en esta primera operación vendrá dado por:



- El rendimiento obtenido.
- La longitud de la fibra.
- Variación en el aspecto.
- Pérdidas por parásitos y contaminantes.

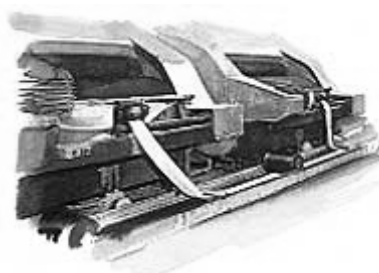


En este primer procesado se hace un examen visual y táctil de la lana, que ya se le da una primera valoración comercial, aunque recientes estudios (Scrivener, 1999) demuestran que la valoración subjetiva de un veedor no implica una mejor calidad de lana que selecciona respecto a la que no selecciona, en cuanto a rendimiento industrial de la misma. El diámetro de la fibra es el factor más determinante en la valoración económica de la lana. Y además, se ve completado con el rendimiento al lavado, la longitud, la resistencia, y la posición de la ruptura. Con todos estos factores se puede obtener una ecuación que tiene un alto valor predictivo sobre la calidad de la lana para su venta en lotes (Stevens and Crowe, 1994).



2. **Hilado.**- La mejor lana se usa en la fabricación de tejidos. El número de fibras en el hilo y su diámetro determina su grosor y su peso en fábrica. Desde este momento la variación en el número de fibras en la sección a lo largo del hilo estará dentro de un bajo límite sobre el promedio del número de fibras por sección de hilo, sin que afecte a la resistencia y uniformidad del hilo, y probablemente a la resistencia a la ruptura del hilado y tejido (Lamb and Yang, 1994). Adicionalmente la velocidad del proceso de hilado ha incrementado enormemente el límite de reducción en el número de fibras de la sección del hilo. El nuevo resultado es un diámetro de fibra mejor y es de gran importancia para la determinación en fábrica del peso y de la uniformidad del hilo (Atkins, 1995).














3. **Fabricación del tejido de punto.**- Hay diferentes formas de terminar el paño en fábrica, consiguiéndose diferentes presentaciones. La calidad del paño viene determinada fundamentalmente por la calidad de la lana usada en su fabricación que es medida por el diámetro de la fibra, y en segundo lugar por el color y las contaminaciones que pudiese tener la lana.



4. **Manufactura de prendas.**- Las prendas son el producto final y su alta demanda está en función de sus características; fácil de mantener en buenas condiciones, suave, no irrita la piel, ligero de llevar y que conserva su apariencia a pesar de un alto uso (Whiteley, 1994). En la tabla 3 se presentan las diferentes etiquetas que indican la calidad y composición de la lana utilizada en la fabricación de las prendas.



Tabla 3. Etiquetas comerciales de los productos manufacturados de lana.

 WOOLMARK 100% Pura Lana Virgen		<p>Merino Extrafino- El Lujo Máximo. Merino Extrafino es lo máximo en lujo y suavidad. Esta lana super fina tiene un aspecto fantástico y es exquisita de usar. Tiene una caída sobresaliente y un tacto suavísimo, tanto en género de punto como en prendas de confección.</p>
		<p>Natural Stretch- Movimiento Natural. Natural stretch es Pura Lana con elasticidad natural destacada. Por una selección especial de fibras, esta lana da a los tejidos facilidad de movimientos adicional, confort y la elasticidad que le permite recuperarse del uso diario.</p>
		<p>Pura Lana Virgen- Calidad Natural. El Clásico. 100% Lana Virgen, bella, versátil, vuelve a su forma natural, prendas con calidad natural para cada día, cada hora, el confort para todo el año.</p>
		<p>Cool Wool- Siéntase Confortable. Una nueva generación de tejidos y género de punto ligeros y agradables gracias a la característica única de la lana que respira y le mantiene fresco en Primavera y Verano.</p>
		<p>Pura Lana Merino- Confort Natural. Pura Lana Merino es una lana de calidad superior. Naturalmente fina y sedosa, es muy suave, ligera y confortable de usar, tanto en punto como en tejidos.</p>
 WOOLMARK BLEND 50% - 99.9% Lana		<p>Lana & Lycra®- Libertad de Movimientos. Lana & Lycra® es una mezcla dinámica de Lana Virgen con la fibra más atractiva hecha por el hombre, la Lycra®. El resultado es una lana moderna, cómoda, con buena caída, libertad de movimientos y confort. Es muy agradable de llevar y le ofrece prendas que no se arrugan fácilmente.</p>
		<p>Light Wool- Lujosa. Light Wool es una lana super ligera que es la más indicada cuando se busca una prenda inter-estacional. Sus hilados ultra finos están concebidos para crear prendas excelentes en punto y confección. Ligera y suave, se puede llevar en cualquier época del año.</p>
		<p>Mezcla Rico Lana- Valor Añadido. Tejidos innovadores que mezclan Lana Virgen con otras fibras, sintéticas o naturales, para dar más versatilidad, elasticidad y buen comportamiento a prendas de confección y de punto.</p>
 WOOL BLEND 30% - 50% Lana		<p>Sportwool™ El tejido para prendas deportivas de última generación. La capa de Lana Merino Extrafina Australiana está en contacto directo con su piel y le hará sentirse muy confortable. La cara exterior es de fibra sintética resistente, de fácil cuidado. Esta combinación única crea una prenda con un control de temperatura y humedad excepcional y sofisticado. Sportwool le brinda un margen real de competición, comodidad máxima al uso, buen aspecto, realzando la calidad y el valor.</p>
		<p>Wool Blend. Las mezclas de fibras mejoran el rendimiento para un estilo más sport y moderno y para prendas semi-sastre de fácil uso.</p>

<http://www.woolmark.com/>



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LANA

La producción de lana se mide mediante el peso del vellón. El peso del vellón limpio puede expresarse como el producto de la longitud de la fibra, diámetro de la fibra, número de fibras por unidad de superficie, gravedad específica de la lana cuyo valor es 1,31 y la superficie de piel que produce lana (Ryder, 1987b). Así pues, en el peso del vellón están involucrados factores inherentes al animal; tipo genético, raza, edad, sexo, tipo de parto, estado fisiológico y factores estacionales y nutritivos, siendo éstos últimos los de mayor influencia. Los factores más importantes son:

Tipo genético: Las diferencias interraciales, entre variedades y entre individuos, son debidas fundamentalmente a la extensión de la superficie corporal productora de lana. Para formatos corporales parecidos, el peso del vellón limpio puede tener valores próximos cuando se comparan razas de lana fina y de lana gruesa. Aunque las de lana fina tienen mayor densidad del vellón, sin embargo, las de lana gruesa compensan la menor densidad con una mayor longitud de fibra y un rendimiento al lavado más elevado. Existe la posibilidad de hacer una selección del vellón basándose en los caracteres de folículo y piel, medidos a una edad joven (Hynd, 1995) (Gifford, 1995), pudiéndose predecir caracteres de diámetro de fibra, variabilidad de diámetro, y peso total de vellón. Se han estudiado las correlaciones fenotípicas y genotípicas de los principales caracteres laneros a diferentes edades, observándose la evolución de estos valores, dando como principales causas de los mismos; el diferente desarrollo embrionario, la velocidad de crecimiento, las condiciones ambientales, y sobre todo la genética de cada animal, lo cual induce a poder prever desde edades muy tempranas las potencialidades de un animal (Stakan et al., 1974).

Sexo: Se admite generalmente que los carneros enteros producen más lana que los castrados y que las ovejas. Estas diferencias se atribuyen a la mejor nutrición de los primeros.

Edad: La máxima producción de lana se registra entre los 2-4 años de edad, disminuyendo posteriormente. Esto se debe a la reducción temprana de la longitud de la fibra tras los sucesivos esquilos, ya que el diámetro inicia el descenso mucho más tarde. Los cambios debidos a la edad no tienen una clara heredabilidad (James, 1998). En la tabla 4, se puede valorar el efecto de la edad sobre el peso del vellón, diámetro y longitud de la fibra de Merino Australiano (Kennedy, 1986).



Tabla 4. Efecto de la edad sobre caracteres laneros en el Merino Australiano

Edad (años)	Peso vellón limpio (Kg)	Diámetro de la fibra (micras)	Longitud fibra (cm)
1.5	3.13	22.7	10.1
2.5	3.31	23.1	10.1
3.5	3.36	23.8	9.7
4.5	3.22	23.6	9.3
5.5	3.00	24.2	9.2
6.5	2.89	24.2	8.9
7.5	2.76	24.0	8.9
8.5	2.62	23.6	9.0

Estado fisiológico: La gestación y lactación tienen un efecto depresivo sobre el crecimiento de la fibra, debido a la competencia por los nutrientes. Según Doney (1983), la reducción del crecimiento de la lana durante la gestación y lactación puede ser de un 20 a un 40 por 100, respectivamente, aumentando estos porcentajes si tales períodos fisiológicos coinciden con las estaciones desfavorables (otoño e invierno). Las ovejas que permanecen secas a lo largo del año producen de un 4 a un 12 por 100 más de peso del vellón que las que crían un cordero, y de un 10 a un 25 por 100 más que las que gestan y amamantan mellizos (Minola y Goyenechea, 1971). En un experimento de Kennedy (1986) se observó que la preñez y lactancia redujeron, en Merino Australiano, la producción anual de lana en un 13,5 por 100, disminuyendo también la longitud y diámetro de la fibra.

Tipo de parto: Los animales nacidos de corderas y los procedentes de parto múltiple, cuando llegan a adultos, producen de un 5 por 100 a un 10 por 100 menos de lana que los nacidos de partos simples y de ovejas adultas, debido a una significativa disminución del desarrollo folicular derivada de una hipoadministración sufrida en los primeros meses de su desarrollo (Tosh, 1995).

Factores estacionales: El ritmo de crecimiento de la lana es variable según la época del año, aumentando en verano y disminuyendo en invierno. Las diferencias estacionales de crecimiento se atribuyen principalmente a la temperatura y al efecto del consumo de alimento, aunque experimentalmente se ha demostrado que el fotoperiodo tiene una decisiva influencia. En la raza Merina la tasa de crecimiento invernal se reduce en un 15 por 100 respecto a la estival (Doney, 1983). Los genotipos merinos responden positivamente a aumentos del nivel nutritivo en cualquier época del año. También puede incluirse, en los factores estacionales, el efecto de esquilar en un determinado momento del año, lo cual determina una influencia sobre la resistencia de la fibra y el diámetro de terminación de la fibra de la lana (Naylor *et al.*, 1999).



En los modelos extensivos de producción ovina (como por ejemplo, los australianos), el crecimiento diario de lana está relacionado con la pluviometría, factor climático del que dependen las disponibilidades. Un ejemplo de relación entre ambas variables se refleja en la ecuación de regresión encontrada por Kennedy (1986):

$$Y = 6,98 + 0,0096 X$$

Siendo: Y = Crecimiento diario del vellón en gramos; X = Pluviometría en mm obtenida durante el periodo de crecimiento considerado.

Nivel de alimentación: Niveles altos de alimentación determinan una mayor actividad folicular que se traduce en:

- Un incremento del número de células del bulbo.
- Un aumento del número de mitosis por hora que se producen en el bulbo.
- Un incremento de la tasa de células que pasan a la corteza de la fibra, aumentando al mismo tiempo el volumen individual de cada célula que pasa a constituir la fibra.

En Australia se realizó un ensayo (Hyder *et al.*, 1996) con ovejas de lana basta y otras de lana fina, a las que se les suministró diferentes cantidades de comida en pastos naturales (800, 1100, 1400, 2000 y 2800 kg. DM/ha), durante dos años. El resultado fue que entre las ovejas de los distintos lotes no había diferencias significativas, si bien las de lana basta produjeron más cantidad de lana en parcelas con más alimento que las de lana fina.

También está demostrado el efecto que produce una dieta rica en proteínas tras un periodo de baja alimentación en el crecimiento de la lana (Schlink *et al.*, 1998), observándose un aumento en la longitud y en la resistencia de la lana, motivado en parte por un aumento en el diámetro de la fibra. Sin embargo, hay que reseñar que con el paso del tiempo se tiende a igualar las características de la lana cuando la alimentación se hace uniforme.

Regulación hormonal: Las hormonas tiroideas producen un aumento del crecimiento de la fibra ejerciendo, sin embargo, un efecto depresivo la hormona del crecimiento (STH) y los corticoesteroides de las glándulas adrenales. La hormona hipofisaria tirotrópica (TSH), estimulante del tiroides, y la adrenocorticotropa (ACTH) estimulante de la síntesis de corticoides, incrementa y reduce, respectivamente la tasa de crecimiento de la lana (Doney, 1983).



Los factores climáticos y nutricionales adversos pueden originar un estrés agudo que provoque la caída de la fibra, y en este fenómeno es probable que juegue un papel importante el aumento de los niveles de corticoesteroides.

Se recomienda la elección anual de los ovinos productores de lana a la edad de primales y unos días antes del esquila, para ser completada una vez efectuado éste.

CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO

En la definición del Merino por sus caracteres morfológicos se hace referencia a las propiedades laneras de los animales (Díaz, 1951):

“La piel es fina y sonrosada, sin arrugas, salvo en el cuello, que a veces forma dos o tres pliegues; el vellón de color blanco, sin que se presenten manchas de distinto color; de mecha cuadrada, más o menos larga y densa, con gran cantidad de suarda blanca o amarillenta, se presenta cubriendo todo el cuerpo, salvo la cara y la parte inferior de las extremidades; el peso del vellón oscila entre dos y cinco kilogramos, con una finura de fibra de 15 a 33 micras y una media aproximada de 23”.



Así mismo, en el prototipo racial al que deben responder los animales para su inscripción en el libro Genealógico de la raza Merina, acerca del vellón determina (Esteban, 2001):

“El vellón es blanco homogéneo. Muy extendido, cubriendo la frente, borde anterior del cuello, vientre, testículos y los miembros, a veces hasta las pezuñas. Vellón cerrado, denso, con mechadas rectangulares. Las fibras muy finas, elásticas, resistentes, muy onduladas y frecuentemente con suarda blanca o ligeramente amarillenta”

Así pues, la lana es el elemento principal a tener en cuenta en la caracterización de la raza Merina, tanto en lo afecta al vellón (extensión, estructura, forma de las mechadas, etc.) como por las características de la fibra lanosa (finura, ondulaciones, densidad, carácter, suavidad, brillo, color, etc.). Históricamente, el hecho de centrar la atención casi únicamente en la lana,



unido a la gran influencia del medio y del manejo aplicado según áreas geográficas, sobre la morfología, dio lugar a la formación, dentro de la raza, de tipos heteromorfos, que de alguna manera vienen representadas en las denominadas “Grandes Cabañas Históricas de Merino”, referidas a unidades de explotación de gran tamaño, generalmente en manos de órdenes religiosas y de la aristocracia. Como ejemplo destacan:

- Escorial. Animales pequeños, con alta calidad de lana por su finura, abundante rizado, suavidad, blancura y elevada cantidad de suarda. Tenían una extensión del vellón bastante limitada, quedando al descubierto la cara y partes distales de las extremidades. Su titular era el Rey. Los animales de esta cabaña influyeron en la formación del Merino Electoral de Sajonia.
- Campos de Alange. Animales con gran cantidad de pliegues cutáneos. El vellón es extenso, con lana fina y corta. Son el origen del tipo Negrete de Alemania, e interviene directa o indirectamente en la formación del tipo Vermont Americano.
- Paular. Sus animales se caracterizaron por su gran desarrollo corporal. Se los considera ascendientes directos de las estirpes de Merino especializadas en la producción de carne. También intervino en la formación del tipo Vermont Americano.
- Infantado. Son animales intermedios entre los del Paular y los de Negrete.
- Guadalupe. Animales de gran formato, con un extenso vellón. Contribuyó a formar el Merino Colonial Inglés.
- Otras cabañas. Montarco, Fernán Núñez, Portazgo, Béjar, Alburquerque.

Estos antecedentes podrían explicar, de alguna forma, la gran variabilidad que ha venido presentando nuestro merino.

Destacamos a continuación los caracteres morfológicos propios del Merino, en especial los relacionados con la lana:

- La piel de los Merinos carece de folículos primarios, que sustentan las fibras meduladas. Sólo dispone de folículos secundarios con formaciones pilosas ameduladas (lana). Dispone también de numerosas glándulas sudoríparas que segregan “suintina” y sebáceas formadoras de lanolina. La unión de ambas sustancias se conoce como *suarda*, y es muy abundante en la raza Merina. Son característicos los pliegues de la piel en el cuello.



- Respecto al vellón, destacar la alta densidad de las fibras así como su gran extensión, cubriendo en algunos animales la totalidad del cuerpo, con excepción de la porción distal de la cabeza, axilas y región inguinal. La estructura del vellón es otro signo altamente diferenciador de la raza Merina. Se halla compuesto por mechass cuadradas, agrupadas en unidades mayores llamadas escudos, que dan una apariencia externa compacta y continuada (vellón cerrado). Dichas mechass están lubricadas con suarda incolora y fluida. Carece de pelo muerto.

Evolución de la morfología del Merino en España

Si durante el siglo XIX y primera mitad del XX, las formas y características productivas del Merino en España se presentaron estabilizadas, en la segunda mitad del siglo XX se produce un profundo cambio, que afecta tanto a la morfología como a las producciones. Este cambio viene dado por la nueva orientación productiva de la raza Merina hacia la carne, como objetivo principal, quedando la lana como un subproducto, dada la poca importancia económica con que participa en la explotación.

Las principales modificaciones sufridas en la morfología de la raza, que afecten a la producción de lana han sido (Esteban, 2001):

- Tendencia a la eliminación de pliegues cutáneos.
- Aumento del desarrollo corporal de los animales, de forma generalizada.
- Mayor uniformidad de la raza, que viene dada por la mejora de la alimentación del ganado, eliminando el efecto de los pastos y el sistema de manejo en general, así como por el intercambio de sangre entre cabañas o ganaderías diferentes. A éste último punto ha contribuido el uso de ejemplares merinos obtenidos en las Subastas Nacionales.
- La mejora de la alimentación ha contribuido a mejorar en general, la extensión del vellón, la longitud de la mecha, la uniformidad y el peso del vellón.

Se observa que los animales con lana de coloración oscura tienen siempre piel pigmentada, y los de vellón blanco, piel sonrosada. Esto es debido a que el factor para el color blanco es un enmascarador del pigmento que ha hecho su aparición principalmente en las razas ancestrales europeas, de donde lo ha tomado el Merino (Díaz, 1951).



En la lana merina el color blanco se comporta como dominante frente al negro. El origen de las mutaciones concernientes al color de la capa, aparecidas en las razas asiáticas y en el occidente europeo, es por esto interesante, pues se observa que ciertas razas son negras dominantes sin estar emparentadas con las asiáticas, como sucede con las razas Welsh Mountain e ibérica; comportamiento interesante para dilucidar el origen de los ovinos amerinados de coloración negra existentes en España. La lana merina se incluye en los tipos I, II y III para lanas blancas y IX para lanas negras, según la clasificación española.

La clasificación española de la lana está basada en la finura como propiedad fundamental, estableciéndose después, dentro de una lana de diámetro determinado diversas clases según otras propiedades: longitud, resistencia, rendimiento al lavado, color, etc. En muchos casos la medición del espesor de la fibra mediante métodos laboratoriales es lenta a nivel industrial por lo que se ha adoptado la apreciación visual como método complementario. En Australia existen cinco tipos merinos: el Merino Peppin, el Merino Emperador, el Merino Español, el Merino Sudaustraliano y el Merino Saxon.

El rendimiento de la lana limpia al hilado ha sido también un criterio muy generalizado para la clasificación de lanas. Constituye lo que se ha denominado Escala de Bradford o inglesa. Esta escala se estableció tomando muestras de lana lavada de una libra de peso (453,6 g) que se hilaban por un procedimiento estándar. Con el hilo se confeccionaban madejas de 560 yardas cada una (512 m) clasificando la lana según el número de madejas obtenidas. Así por ejemplo, si una lana se clasifica en 80 S quiere decir que con una libra de lana lavada se producen 80 madejas de 512 m cada una.

Sin embargo, la Escala Bradford no es exacta ya que dos lanas de la misma finura pueden dar distintos rendimientos al hilado debido a otros factores de influencia como la longitud de la fibra, el grado de humedad de la lana lavada y la destreza de los operarios. Por ello en la práctica la escala incluye sólo números pares y a cada número le corresponde un intervalo de diámetro y otro de ondulaciones por unidad de longitud siendo los valores de la escala y de sus correspondencias variables según países.

En la tabla 5 se presentan las características de los tipos comerciales de lana en España y su equivalencia con la escala inglesa (Daza, 1996).



Tabla 5. Clasificación de los diferentes tipos de lana en función de sus características, según nomenclatura española e inglesa.

Tipo	Denominación	Finura (micras)	Ondulaciones (Nº / cm)	Longitud (cm)	Escala Bradford
I	Merino fino	18-20	8-10	6-8	80,S-90,S
II	Merino alto	20-22	6-8	6-7	70,S-74,S
III	Entrefino fino	22-24	5-7	5-9	60,S
IV	Entrefino fino	24-28	6-8	6-9	58,S
V	Entrefino Corriente	28-30	4-6	7-8	54,S
VI	Entrefino Ordinario	28-36	3-4	8-10	48,S
VII	Basta	35-40	Escasa	8-12	44,S
VIII	Churra	35-40	-	10-18	36,S
IX	Fina Negra	-	-	-	66,S-64,S
X	Entrefino Fina Negra	-	-	-	56,S
XI	Corriente Negra	28-30	4-6	7-8	50,S
XII	Ordinaria Negra	28-36	3-4	8-10	46,S
XIII	Basta Negra	35-40	Escasa	8-12	40,S
XIV	Churra negra	35-40	-	10-18	28,S-30,S

LA ESQUILA

La obtención del vellón del animal, generalmente por corte, una vez al año constituye la esquila, trasquila, esquileo o pela. En España se realiza a mediados o a finales de primavera. La esquila correctamente realizada deberá observar las siguientes operaciones previas:

- Inspección del ganado unos días antes de su iniciación agrupando a los animales por tipos raciales, tipos de animales; carneros, mansos, ovejas, borras, corderos, color de la lana; blanca, negra, marrón, pigmentada, etc., procurando que los animales con parasitosis externas sean esquilados los últimos y las ovejas gestantes que se encuentran al principio y final de la gestación se pongan en manos de los esquiladores más expertos para intentar paliar el estrés que genera la operación de la esquila y con ello a mortalidad embrionaria o fetal que pudiera provocarse.
- La tarde antes del día del comienzo de la esquila se recogerán a los animales en el aprisco para que observen un ayuno previo de 12-16 horas que evite posibles repleciones de panza, debidas a la manipulación de los animales, y que el vellón no esté humedecido en el momento de su extracción (humedad ambiental elevada, lluvias).
- El suelo del local de esquila, de madera u hormigón, se limpiará a fondo para obtener vellones exentos de tierra, restos orgánicos, etc., preparando adecuadamente y comprobando el funcionamiento del material de esquila (tijeras, máquinas).



Métodos de esquila

Según el material utilizado pueden clasificarse en (Daza, 1996):

- a) Mecánicos (tijera o máquinas).
- b) Químicos (administración de drogas a los animales).

Los métodos mecánicos se llevan a cabo:

- a) Con el animal atado por las extremidades.
- b) Con el animal libre (sistema australiano)

Aunque tradicionalmente la esquila en España se realizaba a tijera, en la actualidad casi todos los ganaderos la efectúan a máquina. La esquila a máquina supone ventajas respecto a la esquila con tijeras; la lana se corta más cerca de la piel, más uniformemente, los segundos cortes no son necesarios generalmente y se obtienen rendimientos más elevados, con lo que se abrevia la operación ostensiblemente. Así los rendimientos con tijera oscilan entre 3 y 5 ovejas por hora según experiencia del operador y raza de la oveja, mientras que con máquina se puede llegar a 10-13 animales por hora.





El esquila químico consiste en administrar a los animales por vía oral o parenteral de 5 a 10 mg/kg de peso vivo de ciclofosfamida, droga anticancerígena que produce la interrupción del crecimiento de la lana, mediante la inhibición de la fibra; la simple tracción mecánica con las manos o con un peine es suficiente para extraer el vellón. Antes de la extracción de la lana debe esperarse que actúe la droga de modo que el intervalo entre aplicación y extracción debe ser de una semana aproximadamente. Este esquila no está autorizado, por la contaminación química que supone.

El sistema australiano, donde no se atan las extremidades, consiste en mantener el animal en una serie de posiciones en equilibrio inestable entre las piernas del esquilador que le impiden defenderse, lo cual permite extraer el vellón fácilmente.

Recogida

Mediante el esquila el ganado ovino cede el vellón, y desde ese momento, como materia prima textil, requiere especiales cuidados en su recogida y conservación.

Entre las operaciones de recogida está el envellonado, consiste en recoger la lana obtenida de una oveja según ciertos fundamentos y con arreglo a determinadas técnicas, para que los vellones queden reducidos de volumen y permitan su fácil manejo, envasado, almacenaje y tratamiento industrial.

Durante el esquila, la totalidad de la lana que recubre a los ovinos aparece en varias fracciones, conocidas como: manta o vellón verdadero, barriga o lana correspondiente a la zona del vientre y las caídas o conjunto de trozos sueltos de distinta procedencia no incluidos en las dos partes precedentes.

La finalidad del envellonado es favorecer el manejo de la lana sucia, beneficiar la conservación y facilitar la primera operación industrial que sufre la lana en los lavaderos: el sorteo o claseo. Consiste éste en separar, por calidades, las distintas clases de lana que integran el vellón. Esto se favorece si llega preparado de tal forma que permita desenrollarlo fácilmente sin deshacerse.

Hay que disponer la lana en dos partes; una representa el envellonado perfecto, la otra está constituida por caídas y barrigas.



Almacenamiento

Cuando se trata de pequeñas partidas, es frecuente recurrir al ensacado de la lana. Hay que elegir envases limpios para evitar alteraciones. Si la cantidad de lana es importante se debe buscar un local seco y con seguridad de que no haya filtraciones o goteras, ya que la humedad produce en la lana almacenada una particular fermentación que se conoce con los nombres de “ardido” o “quemado”. La lana afectada toma tonalidades amarillas oscuras que pasan a color tabaco e incluso llega al pardo negruzco cuando los efectos son acusados. Hay que impedir almacenar vellones mojados o con sustancias extrañas húmedas en su interior, así los locales deben estar ventilados, pues la falta de aire puede producir modificaciones de tipo químico. Es conveniente también tener la lana protegida contra las radiaciones solares, dada la influencia perjudicial de las radiaciones ultravioleta.

Por último, es conveniente separar la lana procedente de animales con enfermedades dérmicas.

Claseo

Para el mayor aprovechamiento de la lana como materia prima de la industria textil ésta recurre a la separación de la lana por clases. Las distintas clases resultan, por una parte, del juego de factores genéticos específicos y de la influencia del medio ambiente y por otra de la ordenación reglada que adopta la industria.

La desigualdad de la lana según las zonas del vellón deriva de las distintas estructuras cutáneas y de las variaciones en número, distribución y naturaleza de los folículos lanígeros en las distintas regiones corporales.

En cuanto al criterio del claseo para aprovechamiento industrial depende del proceso que se le aplique: la carda o el peine. El cardado aprovecha lanas cortas o aquellas de baja resistencia que no pueden soportar las tracciones del peinado sin romperse. El peinado exige lanas resistentes y con longitud mínima de 6 cm para el peine inglés y 4 cm para el peine francés.



Claseo de lanas. Categorías

La significación zootécnica de los rendimientos al claseo viene dada por ser fuente de información acerca de la acción de factores hereditarios y ambientales. Esta información puede ayudar al ganadero a saber cómo mejorar la producción de lana. Las categorías de claseo de la lana son (Sánchez-Belda, 1965):

1. Extra. Lana de la mejor calidad que destaca por su gran finura, excelente longitud, marcada resistencia, buen tacto y completamente blanca. Dentro de la clasificación nacional, aparece en las del tipo II principalmente.
2. Primera. Lana similar a la anterior, pero de menor uniformidad o con valores más bajos en los caracteres considerados.
3. Normal. Lana con caracteres medios y que no reúne el grado de calidad para ser considerada como de primera.
4. Segunda. Lanasy irregulares, habitualmente gruesas, cortas o mezcladas con pelo.
5. Garras. Lana corta procedente de zonas distales, con gran cantidad de pelo.
6. Grises. Lanasy pigmentadas.

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA LANA

Tradicionalmente se ha usado el diámetro de la fibra, como parámetro para tasar económicamente las lanasy en su venta. Pero en Australia, en la década de los 90, se ha impulsado el uso de otras características de la lana para llevar a cabo esta tasación, ya que poseen una fuerte influencia en el producto textil final (tabla 6).

Tabla 6. Valoración económica de las características de la lana en las distintas fases de su procesado.

Características de la lana	Limpieza y primer procesado	Hilado	Tejido	Manufactura de prendas
Diámetro de la fibra	***	****	***	-
Rendimiento :	****	*	-	-
➤ Sebo, suintina y suciedad	*	*	-	*
➤ Materia vegetal				
Resistencia	**	*	*	-
Longitud	***	**	*	-
Estilo	**	*	-	-
Ondulación de la fibra	*	*	-	-
Color	*	-	-	**
Variabilidad del diámetro	-	*	*	*



Las características más importantes son:

- **Diámetro de fibra.** Se mide en micrómetros y es el valor que más se usa para determinar el valor de la lana. La mayoría de los merinos se encuentran en el rango de 18 a 25 micrómetros. Durante los últimos años se ha producido una selección hacia lanas más finas, debido a que el mercado demanda prendas fabricadas con este tipo de lana. Posee una elevada influencia en la limpieza y primer procesado de la lana, en el hilado, en el tejido y en las microfracturas de las prendas.
- **Materia vegetal.** La presencia de materia vegetal puede suponer un mayor coste en el procesamiento de la lana. La materia vegetal se expresa en porcentaje referido a la diferencia de peso con respecto a la lana limpia. Su principal influencia se da en las primeras etapas del procesado textil.
- **Resistencia de la fibra.** Tradicionalmente se evaluaba de forma manual haciendo un estiramiento con las manos (Rogan, 1988). A partir de 1985 se buscó una prueba más objetiva y se empezó a medir la resistencia a la ruptura de la fibra expresada en newton por kilotex ($N \text{ ktex}^{-1}$). La resistencia oscila entre 30-50 $N \text{ ktex}^{-1}$, dependiendo del diámetro. Su influencia condiciona de forma importante la limpieza y primer procesado, y más levemente el hilado y tejido de la lana.
- **Longitud de la fibra.** También se empezó a medir la longitud de una manera subjetiva. La medición objetiva se realiza en milímetros (mm). El rango de medición en el Merino oscila entre 90 y 95 mm, dependiendo del diámetro de la fibra. Su influencia en el procesado es similar a la resistencia.
- **Estilo.** Con este término se intenta describir algunas de las características de las lanas que no vienen cuantificadas por ningún parámetro. Se miden de manera subjetiva previamente a la limpieza de la lana. Esta valoración depende de lo experimentado que sea el valorador y de los caracteres de la lana en que se basa (Jackson and Rottenbury, 1994):
 - Definición del rizo y número de ondas.
 - Forma del mechón, su longitud y la disposición de las puntas de la fibra.
 - Color de la fibra, valorando el efecto de la humedad, la suarda o el daño por luz ultravioleta.
 - Acción de los elementos atmosféricos sobre la lana.
 - Tratamientos a que ha sido sometida.
 - Contaminación.



Todos estos elementos, salvo la acción de los elementos atmosféricos pueden ser medidos mediante análisis objetivo. Sin la información que aportan estos caracteres es difícil hacer una valoración del rizo de la lana (Stevens and Crowe, 1994). Antes del periodo de 1991-1995, en el que se implantan los sistemas objetivos de análisis de lana, en Australia se valoraba la ondulación por los veedores (top-making) dando a la mayoría de la lana (65%) una calificación de buena. Su influencia en el procesado de la lana se da en la limpieza, primer procesado y en el hilado.

- **Color.** Es una de las propiedades de las lanas que desde siempre se estimó de forma subjetiva y por comparación visual entre lotes similares. Los lotes de mayor blancura obtienen una mejor valoración permitiendo un mayor abanico de aplicaciones, es pues uno de los caracteres más importantes, ya que puede ser un factor limitante para su uso en las fábricas de hilo (Whiteley, 1994). La apreciación visual del color sobre muestras de lana en sucio es muy comprometida y poco fiable ya que lanas de similar apariencia pueden dar resultados muy distintos después de ser lavadas. La medida del color en la cinta peinada (top) es un parámetro aún, relativamente poco utilizado en el comercio lanero; en solamente un 15% de las transacciones comerciales, a nivel internacional, se exige especificación del color (Palet, 1997). Para la medición instrumental del color se utiliza el espectrofotómetro, siguiendo la Norma IWTO 35-87 (E). El color de la lana depende en gran medida de la raza ovina de la que procede, pero existen unos factores ambientales, y unas manipulaciones a veces inadecuadas y que por la vulnerabilidad de la fibra inciden sobre el color, ocasionando fundamentalmente amarilleos.

A pesar de la sólo moderada relación entre el color tras el lavado de la lana y la grasa que ésta contiene, mencionada al inicio entre la venta de lotes, el estudio genético de los dos rasgos informó de una muy alta relación genética (James *et al.*, 1990). Una más amplia información de esta relación y asociaciones entre tener confianza suficiente para incluir grasa o color en programas de cría. De los parámetros medidos se deduce una moderada heredabilidad el color de la lana y rasgos de la producción inducen muchas veces a que podemos del color de la grasa así como un deseable aumento del peso del vellón limpio (principalmente por aumento del rendimiento) y reducción del diámetro de fibra. La relación entre el color de la grasa de la lana y el color de la parte superior del vellón no es muy fuerte (Clark and Whiteley, 1988; Pattinson and Whiteley, 1984), pero la evaluación del color de la grasa es todavía básica en la determinación de lo comercial que puede ser un tipo de lana. La medida objetiva del color de la lana se basa en pruebas analíticas de baja reflectancia (Clark and Whiteley, 1998) y está comprobada su eficacia. El color es un factor importante en cualquier programa de mejora que se haga en un futuro. Su



influencia en el procesado de la lana se da principalmente en el proceso de manufacturado de las prendas. Comparativamente las lanas españolas poseen un Grado de Blanco inferior al de muchas lanas de importación (Palet, 1997).

- **Variabilidad del diámetro de la fibra.** No es un parámetro que se use en la venta de la lana, pero es importante porque incide en el rendimiento económico del procesamiento de la lana en la fase de hilado (1 micra de promedio de diámetro de fibra es equiparable a un 5% de coeficiente de variación de diámetro). Una de las características que hace muy apreciable la lana australiana, teniendo en cuenta que el merino de Australia es de origen extremadamente mixto (tres diversas líneas de ovejas de fundación; tres estirpes muy diferentes de carneros), es la alta uniformidad de los vellones en cuanto a diámetro de fibra (coeficiente de variación de 22,4% (McMahon, 1975). Los estudios del citado autor, confirman que la diferencia o variabilidad en el diámetro de la fibra depende principalmente de las diferencias a lo largo de la misma en las fibras individuales y no en el vellón, o de animal a animal en el rebaño.
- **Otros caracteres.** Hay otras características de la lana que no se usan de forma comercial, o que son de difícil medida, pero no por ello menos importantes. Así, la variabilidad de la longitud de la fibra y de la resistencia son muy importantes en el rendimiento de obtención de hilo. Otro factor es la resistencia a la compresión (Watson *et al.*, 1977).

Tabla 7: Valor económico relativo de la calidad de la lana respecto a sus caracteres.

	Lana fina (19-20 μm)	Lana media (21-22 μm)	Lana basta (23-24 μm)	Valor relativo por desviación
Diámetro de fibra (% m^{-1})	21.0%	12.2%	5.3%	10% a 30%
Materia Vegetal (% VM ⁻¹)	-2.2%	-1.3%	-1.1%	-1% a -3%
Resistencia de la fibra (%N ⁻¹)				
< 30-50 N ktex ⁻¹	-1.2%	-0.9%	-0.6%	-4% a -9%
> 30-35 N ktex ⁻¹	+0.10%	+0.06%	+0.04%	+0.5 a 1%
Longitud de la fibra (% mm^{-1})				
Por debajo de 90-95 mm	-0.25%	-0.20	-0.12%	-1% a -2%
Por encima de 90-95 mm	-0.06%	-0.02%	0	0% a -1%
Ondulaciones (% por grados)	3.5%	2.3%	1.0%	1% a 2%
Color (% por grados)	3.5%	3.0%	2.9%	3% a 10%
Variabilidad del diámetro	-	-	-	3% a 10%

Los planes de Medición Objetiva de lanas, aplicados a la lana sucia y previos a la venta, están fuertemente implantados en Australia y Nueva Zelanda. La ayuda que significan para la comercialización al fijar las cotizaciones más adecuadas a cada lana, y la información que aportan para su correcto procesado industrial es fundamental. Como parámetros básicos se



consideran los rendimientos de lavado y peinado, la finura de las fibras y el contenido porcentual de materia vegetal. Con posterioridad se han incluido la longitud media de las fibras, la tenacidad de los mechones y el color.

La posibilidad de establecer correlaciones entre las medidas objetivas y los resultados reales obtenidos en la industria, junto con la simulación de procesos, permiten disponer de interesantes predicciones.

SELECCIÓN DEL GANADO LANAR

Históricamente la selección de los animales se hizo de una manera “tradicional” a través de una valoración fundamentalmente visual y subjetiva, por parte del ganadero. Posteriormente, en los años 60, se inicia la selección siguiendo un protocolo, lo que se denomina hoy día esquema de selección, donde se recogen datos de animales individuales, de rebaños, se comparan entre sí y con otras ganaderías (animales con las mismas edades y condiciones).

Según Banks (1997) existen tres formas de planificar y organizar la mejora genética ovina:

1. Mediante esquemas de selección en grupo, los cuales deben de contar con un rebaño núcleo en el centro con el fin de producir machos para un número determinado de rebaños base.
2. Los esquemas de selección a través de machos de referencia, donde los machos de conexión deben estar bien identificados para que puedan ser utilizados mediante inseminación artificial en un número determinado de rebaños.
3. Los esquemas donde los machos se utilizan en círculos, los cuales sirven como precursores de los machos de referencia, pero sin hacer mucho uso de la inseminación artificial.

Los primeros países en someter a sus razas ovinas productoras de lana a programas de selección y mejora de la producción lanar, fueron en orden cronológico; Australia (1955-60), Nueva Zelanda (1968), Uruguay (1969), Sudáfrica (1973), Brasil (1977-1986) y Argentina (1978-1990).

Salvo en Australia y Nueva Zelanda, en el resto de países hay una organización que centraliza las actuaciones y el funcionamiento del Esquema de Selección. La existencia de estas organizaciones permite investigar los caracteres laneros de importancia comercial y también otros, no tan importantes para su venta.



En los años 80, principalmente en Australia, se iniciaron investigaciones para desarrollar métodos que permitían hacer una definición cuantitativa de los objetivos de selección del ganado y de la importancia de los diferentes caracteres y propiedades a tener en cuenta. El resultado de este trabajo es el Woolplan (Australia), Animal Plan (Nueva Zelanda), Flock Testing (Uruguay) y Provino (Argentina). Hoy día, son esos caracteres, los que definen el valor genético de los animales, y el valor económico de la lana en los mercados de todo el mundo (Cardellino, 1997).

Elementos importantes para la selección del ganado son:

1.- El índice selectivo del rebaño.- Para poder valorar unos individuos de rebaño como selectos y otros no se hará de la siguiente manera; durante la elección serán descalificados todos los sujetos portadores de defectos absolutos tanto de carácter racial como individual o que afecten a sus respectivas reproducciones. Luego, en la valoración, se obtendrá una escala de su calidad como productores y reproductores. Deducidos los valores medios de esa escala, sólo los animales con producciones superiores a la media del rebaño se consideran como selectos.

En estas circunstancias, la totalidad del rebaño quedará dividida en dos grandes grupos, uno constituido por animales de producciones superiores a la media y otro con rendimientos inferiores a la misma. Al primer grupo denominamos lote de selección, y al segundo lote de explotación.

El procedimiento de explotación, en estas circunstancias, será: si el número de animales machos y hembras selectos es suficiente para formar un rebaño, independizarlo, cuidarle y hacer el renuevo anual con las crías procedentes del mismo. Si el número de animales selectos es reducido y no permite su explotación independiente se puede practicar aquélla en forma conjunta; pero, al llegar la temporada de cubrición, es necesario separarlos para que las ovejas buenas sean cubiertas por sementales de la misma categoría.

El ganadero debe procurar por todos los medios que el plantel de sementales de su rebaño esté encuadrado dentro del grupo selecto, para que su acción mejorante no quede limitada a las ovejas afines, sino que alcance a todo el rebaño.

2.- La reproducción controlada.- La monta dirigida es la única manera de conocer la ascendencia y descendencia de los componentes del rebaño; así como para valorar los animales como reproductores. Se han realizado estudios sobre la selección de animales utilizando métodos de poliovulación



y transferencia de embriones (Wray, 1994) con una respuesta superior a la monta natural. Los métodos anteriormente mencionados, así como otros que todavía no se usan de manera práctica, como la clonación, ayudarán a la mejor selección y valoración genética de los animales (Brash *et al.*, 1994).

3.- La identificación individual.- Para llevar una ficha y control de cada animal.

PARÁMETROS GENÉTICOS PARA VALORAR LA PRODUCCIÓN DE LANA DEL MERINO.

Para conseguir un progreso genético efectivo hay que estimar el nivel de variación del fenotipo, las heredabilidades y las correlaciones, tanto del fenotipo como del genotipo, sobre las cualidades que se determinen. Estos parámetros nos permiten evaluar las bases genéticas de las que se parte, así como evaluar el potencial de los padres.

Australia es el país donde se está llevando a cabo las más importantes investigaciones en el ganado Merino. El Programa de Mejora del Merino Australiano ha incluido factores como:

Edad	Añojos (hasta 12 meses de edad) <u>Hogget</u> (entre 13 y 20 meses de edad) Adultos
Variedad	Fina, media, basta.
Métodos de análisis	Madre/cría Paternal half-sib Animal –model redstricted maximum likelihood (REML)

Los caracteres laneros estudiados han sido:

Peso del vellón

El vellón sucio contiene cera, suintina, suciedad, materia vegetal y otras impurezas. La correlación genética entre el peso de vellón sucio y limpio o lavado es muy alta y la heredabilidad de ambos caracteres respecto a los caracteres cualitativos de la lana, tiene pequeñas diferencias de uno a otro.

La edad tiene una influencia significativa en la heredabilidad de este carácter, incrementándose desde aproximadamente 0,35 en añojos hasta cerca de 0,45 en adultos. Estas heredabilidades han de haber sido estimadas tras haber controlado las condiciones ambientales adecuadas, y tomando nota del tipo de parto, fecha de nacimiento, edad de la madre, etc. (Atkins, 1997).



El efecto maternal ha sido otro de los efectos analizados. Los trabajos de Mortimer y Atkins (1994), Hickson *et al.* (1995 a) y Torshizi *et al.* (1995) ponen de manifiesto que el efecto materno es pequeño pero significativo, sobre todo en Merinos de uno y dos años.

De la selección por el peso del vellón – sucio o limpio -- es probable que se obtenga como resultado favorable el incremento de la longitud de la fibra y un indeseable incremento en el coeficiente de variación del diámetro. La selección por peso del vellón sucio lleva a una imperceptible reducción en el rendimiento y en la resistencia de la fibra; mientras que la selección por el peso del vellón limpio puede dar como resultado un ligero incremento en el rendimiento, un imperceptible incremento en la resistencia de la fibra y un indeseable incremento en el coeficiente de penetración de polvo y deterioro en la definición de la ondulación.

Rendimiento lanero

Rendimiento es la relación existente entre el peso de la lana sucia y peso de la lana lavada. Sobre el rendimiento lanero afectan varios factores (Atkins, 1997):

- Raza. Las razas de lana gruesa y larga obtienen los mayores rendimientos y las de lana fina y corta los menores.
- Edad. Los borros/as o animales de primera esquila obtienen mayor rendimiento que los adultos, debido a la baja producción de suarda en la lana juvenil, y la menor exposición a factores que ensucian la lana.
- Sexo. Los machos presentan rendimientos algo menores por el mayor acúmulo de suarda.
- Reproducción. Las ovejas que paren y crían su cordero rinden más que las hembras sin parto, ya que las primeras pierden lana de las zonas más sucias del vellón.
- Tamaño corporal. Los ejemplares de mayor corpulencia, rinden más.
- Densidad del vellón. Es de los más importantes en cuanto a su influencia. Los vellones densos o apretados rinden más que los flojos o sueltos. Tiene una correlación negativa con la producción de suarda.
- Trashumancia. Mejora el rendimiento pues los rebaños trashumantes, durante la época invernal, normalmente pastan sobre majadales, y en verano disfrutan de los pastos serranos; en ambos casos disponen de un tapiz herbáceo que evita que se



carguen de tierra, como ocurre cuando pastan en tierras de labor. Por otro lado la salida para puertos de verano, exige que el ganadero llegue con un mes de crecimiento de lana, para disponer de protección contra los fríos de la montaña. Esto obliga al esquila precoz, antes de que los fuertes calores fuercen a incrementar las secreciones glandulares, y los vellones se carguen de suarda.

- El esquila. Influye la fecha de ejecución, la preparación del ganado, la técnica de realización y el método empleado.

El rendimiento productivo está directamente influenciado tanto por el contenido del vellón en elementos que no son lana como por los factores medioambientales de su hábitat. La heredabilidad del rendimiento es muy alta (0,5), por lo que la selección para aumentar su valor trae consigo un ligero incremento en el peso del vellón limpio, la longitud de la fibra, la resistencia de la fibra y la blancura de la lana (Turner *et al.*, 1974). A pesar de la relación positiva de este carácter con la mejora económica, muchos ganaderos son reacios a permitir un incremento del rendimiento, temiendo la influencia de los factores medioambientales que perjudican la lana.

Diámetro de fibra.

La heredabilidad del diámetro de la fibra es alta, oscilando entre 0,2-0,3 (dependiendo de la edad del intervalo considerado), pero aparece pobremente correlacionado con otros rasgos de la producción o criterios de la selección potenciales indirectos (Cottle *et al.*, 1995; Hickson *et al.*, 1995b). Al igual que ocurre con el rendimiento, este carácter se ve ligeramente influenciado por la edad, los efectos medio-ambientales y de forma nula por los efectos maternos (Mortimer and Atkins, 1994; Hickson *et al.*, 1995a; Torshizi *et al.*, 1995).

El coeficiente de variación del diámetro de fibra es un carácter de moderada heredabilidad, teniendo una baja correlación genética con otros caracteres, excepto la alta asociación genética y fenotípica que muestra con la resistencia de la fibra (Atkins, 1997).

Materia Vegetal

En el estudio realizado por Mortimer y Atkins (1994) para la determinación de la heredabilidad de la materia vegetal se obtuvo un valor de $0,06 \pm 0,04$, concluyéndose que no tiene mucho sentido hacer una selección para reducir la materia vegetal.



Resistencia de la Fibra

La resistencia de la fibra tiene una moderada heredabilidad, pero combinada con una alta varianza fenotípica, lo que la convierte en un carácter muy atractivo para las modificaciones genéticas. La medición directa de la resistencia de la fibra es relativamente caro, pero Lewer y Li (1994) han mostrado que el coeficiente de variación del diámetro de fibra tiene una fuerte correlación indirecta con la resistencia de la fibra, con lo cual se podría disminuir costos. Este planteamiento ha sido confirmado por Greeff *et al.* (1995), estimando en un 60% la eficacia de la selección directa.

La moderada correlación genética positiva entre la resistencia de la fibra y el diámetro sugiere mantener la resistencia mientras se reduce el diámetro de fibra.

Longitud de fibra

La heredabilidad de este carácter es alta y la correlación genética con el peso del vellón indica que la longitud de fibra se incrementará con la selección (Atkins, 1997). La correlación genética entre la longitud de fibra y otras cualidades de la lana es generalmente cero, con la excepción de la fuerte correlación positiva (indeseable) con la penetración del polvo.

Ondulación

La valoración de este carácter se ha basado durante mucho tiempo en puntuaciones subjetivas. Lax *et al.*, (1995) realizaron estudios de este carácter con análisis de medidas objetivas en animales jóvenes y adultos. En dichos estudios se consideran cinco componentes del rizo para evaluarlo y se observa una moderada heredabilidad y una baja correlación positiva entre los distintos componentes de la lana.

RESPUESTAS OBTENIDAS A LA SELECCIÓN.

Necesitamos de más de una generación para poder valorar las respuestas del rebaño a la selección. Normalmente la selección se ha realizado sobre un carácter o en un número restringido de caracteres. En el Merino los caracteres más usados para este fin han sido aquellos relacionados directamente con la producción y la relación de estos caracteres con la piel y la lana han sido objetivos secundarios de la selección (McGuirk, 1980).



Consecuencias de la selección sobre el peso del vellón

Respuestas directas.

Mc Guirk (1980) y Rogan (1984) estudiaron la respuesta a la selección basada en criterios multicarácter. Tomando como referencia una heredabilidad de 0,4 para el peso del vellón, la respuesta esperada en rebaño es entre 1,0 y un 2,0% por año. Esta variación depende de la intensidad de selección y el número de caracteres seleccionado (tabla 8). Como refleja la tabla, se obtiene con más rapidez logros en un solo carácter de línea de selección (experimentos 1 y 2) que en líneas multicarácter (experimentos 3-6).

La experiencia de años, muestra que hay una clara variabilidad, que puede deberse a los modelos de respuesta, por la divergencia al seleccionar un carácter sencillo (simple), por peso del vellón (experimento 1). La respuesta en esta experiencia ha sido muy consistente: 2.1% por año en animales de 15 meses. Pero en animales de otras edades la respuesta ha sido menor de un 1% por año. Antes de considerar por desequilibrio de conexión, intrarrebaño y con la actual intensidad de selección (Atkins, 1998), la respuesta a una baja selección ha consistido en una heredabilidad base de 0,49, mientras que en una línea de selección hacia arriba, la respuesta obtenida ha sido una heredabilidad de solo 0,24.

Tabla 8: Respuestas a la selección experimental, dirigida principalmente a mejorar el peso del vellón

Experimento Organismo	Criterio de Selección	Tamaño rebaño (ovejas)	Periodo respuesta	Respuesta anual. Peso vellón (%)	Referencia
NSWAg	Alto peso de vellón	100	1952-81	+ 1.2	<i>Rogan (1984)</i>
	Bajo peso de vellón	100	1952-81	- 2.1	<i>Atkins (1988)</i>
CSIRO	Alto peso de vellón	32-50	1954-76	+ 1.6	<i>McGuirk (1983)</i>
	Bajo peso de vellón	32-50	1954-76	- 3.1	<i>Davis y McGuirk (1983)</i>
NSWAg	Alto peso de vellón, manteniendo la ondulación, la arruga de la piel y la cara cubierta.	200	1947-67	+ 1.0	<i>McGuirk (1983)</i>
CSIRO	Alto peso de vellón, manteniendo el diámetro de fibra y la arruga de la piel	200-600	1950-74	+ 1.1	<i>McGuirk (1983)</i>
			1950-59	+ 2.2	<i>Turner et al. (1983)</i>
			1966-74	+ 2.6	<i>Turner y Jackson (1978)</i>
CSIRO	Alto peso de vellón, manteniendo la ondulación, la arruga de la piel	100-250	1950-74	+ 0.9	<i>McGuirk (1983)</i>
			1950-59	+ 2.2	<i>Turner et al. (1983)</i>
			1966-74	+ 1.1	<i>Turner y Jackson (1978)</i>
Roseworthy	Alto peso del vellón, después del sacrificio	200	1953-76 1968-76	+ 2.7	<i>Mann et al. (1980)</i>



La respuesta obtenida puede atribuirse a la interacción entre genotipo x medio ambiente o, específicamente a la interacción genotipo x niveles de nutrición. Numerosos estudios han demostrado que el ritmo de crecimiento de la lana en ovejas, tanto con alta como en baja intensidad de selección, se correlaciona con los niveles de nutrición de los animales (Ahmed *et al.*, 1963; Williams and Winston, 1965; Saville and Robards, 1972; Robards *et al.*, 1974). Esos niveles de nutrición varían a menudo por mantener los animales *ad libitum*, también es necesario considerar la calidad de la dieta como factor de variación. Williams *et al.* (1972) han demostrado que la interacción entre el genotipo x nivel nutricional es debido probablemente a la presencia de aminoácidos que provienen del abomaso y que aportan sulfuro. Las pruebas de suplementación con cisteína y metionina demuestran la influencia más importante sobre la línea de alta intensidad de selección, que sobre la línea de baja intensidad.

La respuesta genética en el peso del vellón va asociada a diferencias genéticas en eficacia de conversión del alimento en lana. Hamilton y Langlands (1969) valoraron la diferencia de un 10-15% en alimento de pasto, entre ovejas seleccionadas para alto y bajo peso en vellón.

Una vez demostrada la influencia de la alimentación sobre el peso del vellón, son explicables las variaciones entre estaciones a través de los años, lo cual supone un fuerte impacto a la selección de líneas en esos años (Atkins, 1997).

La respuesta obtenida en el peso del vellón se valora por la producción de lana por unidad de superficie de la piel, mostrando una relación genética positiva entre el peso del vellón limpio con el rendimiento, con la densidad de fibra, con la longitud de fibra y con el diámetro de fibra. La correlación con la superficie de la piel, respecto al tamaño del cuerpo o las arrugas de la piel, es generalmente pequeña e inconsistente. Un rasgo de la respuesta de correlación en los componentes del peso del vellón es la importante influencia negativa entre la densidad del folículo y el diámetro de la fibra, en rebaños seleccionados (Barlow, 1974). Esto puede indicar, que la densidad del folículo viene muy determinada *in útero* y en los primeros momentos de vida del borrego, suponiendo la supresión del potencial genético por la densidad, siendo compensado por el incremento en el diámetro de la fibra. Alternativamente, la existencia de factores medioambientales favorables para el desarrollo del folículo produce una supresión del potencial por un alto volumen de fibra.

La selección de caracteres que están correlacionados positivamente con el peso del vellón no conlleva una clara respuesta para el incremento del peso. Por tanto, el peso del vellón limpio no responde a la selección de otros caracteres laneros correlacionados positivamente (Davis y McGuirk, 1987).



Por ejemplo, la selección para obtener una alta densidad de folículo conduce a una reducción del diámetro de fibra y una selección para obtener más arrugas en la piel resulta en una disminución de la longitud de la fibra, sin respuesta en el peso del vellón limpio en todos esos casos (Turner *et al.*, 1970).

El incremento de la calidad lanera en un programa de selección viene correlacionado con el incremento del diámetro de la fibra, la longitud de la fibra, el rendimiento y el n° de ondulaciones (Barlow, 1974 y Taylor 1993), sin embargo no se ha visto ningún grado de correlación con el color, la penetración del polvo o la variabilidad del diámetro de la fibra.

Este aparente reparto de la contribución de los componentes, sin incremento en el peso del vellón, no tiene un reflejo lineal en las relaciones genéticas entre esos componentes (Atkins, 1997).

Consecuencias bioquímicas y fisiológicas de la selección.

La selección para incrementar el peso del vellón no ha cambiado solamente el aumento de producción de lana, sino también las propiedades físicas y químicas de la lana, así como la morfología de la piel.

La selección para incrementar el peso del vellón ha llevado a una disminución del sulfuro contenido en la lana (Piper and Dolling, 1966), debido a una disminución de las proteínas con sulfuro. Esto va a repercutir de manera directa en una reducción de la resistencia a la compresión. Así mismo, va a alterar la capacidad de llevar y retener su forma antes y después del procesado de la misma (McGuirk, 1980).

Los folículos de ovejas pertenecientes a líneas genéticas de alto peso del vellón tienden a hacerse más profundos en la piel y quedarse rectos y precisan más desarrollo vascular complementario.

OBJETIVOS DE SELECCIÓN EN PROGRAMAS DE MEJORA LANERA DE OVINO MERINO

La industria de los productos derivados del ovino, marca en cierta manera las pautas sobre la selección de los caracteres de los rebaños. La selección que se realiza sobre las hembras es más baja en cuanto a intensidad y más variable que la realizada sobre los machos. Esta selección, dependiendo de la intensidad con que se lleve a cabo, puede representar un 20% de eliminación de animales. El peso de vellón y el diámetro de fibra son los caracteres dominantes; otros rasgos son, el peso del animal, la fertilidad, la resistencia a las enfermedades y de manera adicional, los caracteres



determinantes de la calidad de la lana (Ponzoni, 1995). A todos estos puntos habría que añadir, la conformación del animal y el control de los factores medioambientales, pues ello determinará el aspecto visual del animal.

En resumen, los dos caracteres de más interés en la mejora genética del Merino para aumentar el valor del vellón son: aumentar el peso de lana producido por animal y disminuir el diámetro de fibra. El actual valor que se aplica al diámetro de fibra relativo al peso del vellón puede variar enormemente, dependiendo del tipo de lana producido y del interés que haya en el mercado en un periodo específico.

Con la selección pretendemos maximizar la respuesta de mejora sobre una combinación de caracteres (Ponzoni, 1995). Por otra parte, también es de alto interés la predicción del potencial productivo de los animales.

Objetivo sencillo: Peso del vellón + Diámetro.

Esta selección produce una contribución positiva desde el punto de vista industrial, así como sobre la longitud de la fibra, el color de la lana y la definición de la ondulación, pero tiene una significativa influencia negativa sobre la resistencia de la fibra y un incremento en la compacidad de la lana.

Objetivo más amplio: Peso del vellón + Diámetro de fibra + Calidad de lana.

Después del diámetro de fibra, la resistencia de fibra y la variabilidad del diámetro son dos de los más importantes caracteres que determinan la calidad de la lana.

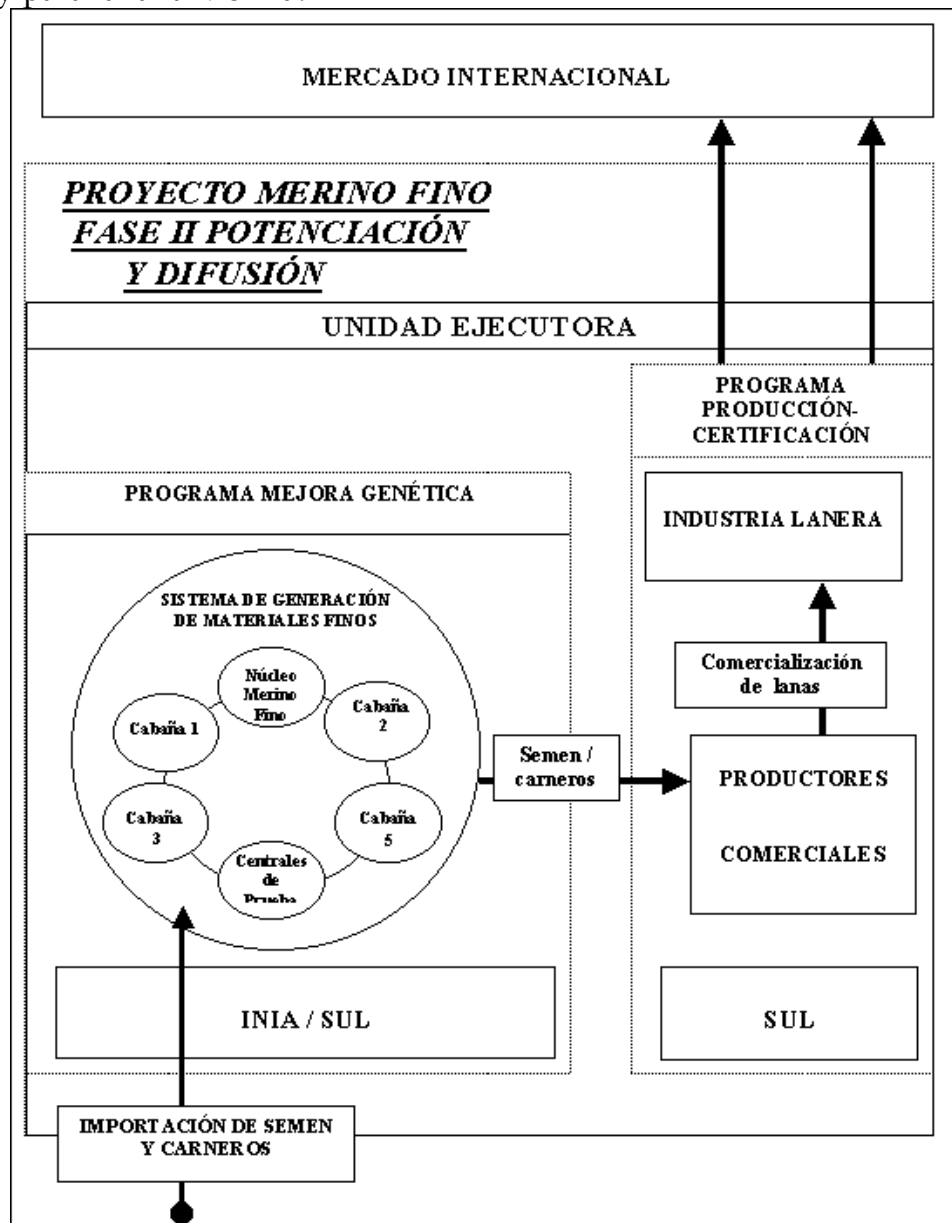
Se ha observado que la heterosis en el merino tiene un efecto negativo para la producción de lana, en un experimento realizado entre Merino y Border Leicester (Kinghorn and Atkins, 1987).

La respuesta a la selección demuestra la validez de ésta. Datos de Australia (Hassall and Associates, 1992) indican la mejora de las estimaciones en grasa del vellón, de 0.6% per annum (de la cuál muy pequeña cantidad puede atribuirse al rendimiento del ganado), comparado con el 0,87% obtenido de algo del rendimiento y del potencial conseguido del 1,5% (manteniendo el diámetro de fibra constante). Respecto a la influencia sobre el carácter, número de ondulaciones de la selección sobre diámetro de fibra y peso del vellón se ha visto, en una experiencia durante 10 años llevada a cabo por Purvis (1997), que la incidencia en el caso de animales productores de lanas finas era mínima (entre 0 y -4%) y sí era más significativa en animales productores de lanas de tipo medio o basto.



Para que nos sirva de ejemplo vamos a describir el Plan de Mejora Genética (PMG) de Uruguay, específico para lana Merina, con el objetivo de obtener lanas finas y superfinas de alta calidad. Se ha promovido el desarrollo de un Sistema de Generación de Carneros (SGC) mejorantes, el Núcleo Merino Fino de Glencoe y las Centrales de Prueba de Progenie; todos adecuadamente conectados y aplicando un protocolo de toma de datos único que habilita el desarrollo de una evaluación genética poblacional. Las ganaderías utilizan como reproductores carneros nacionales, evaluados de probada superioridad y/o materiales importados que cuenten con una evaluación objetiva y estén probados (figura 1).

Figura.1. Esquema del diagrama organizativo del Plan de Mejora Genética de Uruguay para la lana Merina.





Las explotaciones generales utilizaron los carneros certificados (el tercio superior del ranking de carneros del SGC) incorporándolos mediante inseminación artificial, lo que permite la consecución de un progreso genético más rápido.

A este programa hay que añadir la aplicación de buenas prácticas de manejo para conseguir obtener lanas de alta calidad. El proceso de esquila, acondicionamiento, almacenamiento y clasificación de lanas está diseñado sobre las bases del proyecto de venta de lanas por clasificación y persigue la preparación del producto de forma adecuada para su posterior manejo comercial e industrial, de manera que permita certificar los principales atributos de la lana (diámetro, rendimiento al lavado, etc) (SUL, 2000).

El Esquema de Selección realizado por “Est à laine Mérinos” en Francia, se ha realizado en cooperación con la EFFN (European Fine Fibres Network). La Red Europea de las Fibras Finas se creó en 1993, con el fin de estimular la colaboración en los campos de la genética, la nutrición, la biología estacional, la metrología de las fibras y los impactos socio-económicos. Un segundo objetivo de la EFFN es perfeccionar unas técnicas rápidas para la evaluación y la medición de las fibras. La raza “Est à Laine Mérinos” se consiguió a partir de la raza Wurtemberg, originaria del Rin, que luego se mejoró con Merinos españoles. Estos animales se seleccionan por el valor lechero, la prolificidad, el estándar y en última instancia la lana. Su esquema de selección para la lana es el siguiente:

- ❖ Para los machos: 60 corderos elegidos según índices de valor lechero y prolificidad positivos y el estándar, entran en un criadero en abril. Se esquilan y se pesan los vellones. A finales de septiembre un experto lanero toma muestras en el costado de las reses y se mide la finura con el método OFDA. En noviembre, se puntúan los carneros según el índice, el estándar y la puntuación de la lana (finura y homogeneidad del vellón). Tan solo unos 15 carneros vuelven al centro de selección. De los 15 sólo 5 consiguen una puntuación de la lana superior a la media y buenos índices.
- ❖ Para las hembras, se conservan las corderas de cada ganadería en función de los índices de valor lechero, de prolificidad y del estándar. Se esquilan en mayo-junio. En noviembre una comisión compuesta por miembros de la asociación y un experto lanero registran en el libro genealógico las corderas conformes al estándar.

El Esquema de Selección australiano se ha basado sobre todo en el testaje de carneros, aunque se está cuestionando si en un futuro no sería más eficaz el test de progenie, después de una discusión con los científicos sobre los objetivos del ganado, los criterios de selección, la clasificación de los



animales, definición de defectos, etc. Sin olvidar la vertiente económica de la producción ganadera (Cardellino, 1998).

PRODUCCIÓN LANERA E INDUSTRIA

La industria es el siguiente eslabón que sigue a la producción de lana, y tiene una importancia fundamental, tanto para determinar la rentabilidad de la explotación de la lana, como para determinar qué aspectos de la lana son más interesantes seleccionar, desde un punto de vista económico y tecnológico, en un mercado cada vez más exigente.

El mercado textil clasifica la lana en tres grupos (Fraser, 1989):

- Lana merina. Con densidad de vellón superior a 5000 fibras/cm² y un diámetro de fibra inferior a 25 μ . Supone un 40% de la lana mundial, siendo Australia su principal productor.
- Lana cruzada. Corresponde con cualquier lana que no sea de Merino y que se emplee para la fabricación de tejidos y lanas de labor. Su diámetro oscila entre 25 y 35 μ . Proviene de razas ovinas cruzadas y puras. Representa algo más del 40% sobre el total de lana producida, siendo Nueva Zelanda y Argentina los principales productores.
- Lana para alfombras. Son las más baratas, empleándose para fabricar alfombras, mantas, tapetes, colchones y otros artículos semejantes. La mayoría de razas de ovejas orientales producen lana de esta clase. Constituye aproximadamente el 20% de la producción mundial y provienen fundamentalmente de la antigua URSS y de países orientales.

El lavado es un proceso físico-químico por el cual se consigue una materia textil lista para el hilado. Para ello es preciso eliminar las impurezas naturales (grasa de la lana) y adicionales (materias minerales). En los siguientes procesos - carda y peinado - se eliminan las fibras cortas y las impurezas vegetales.

Estas operaciones se llaman "procesos primarios" aunque el proceso comience con bastante anterioridad, y queda determinado por operaciones consideradas como ganaderas y no textiles, pero que tienen una enorme influencia sobre el resultado final.



Los principales problemas que se presentan a los industriales son:

- ❑ Las contaminaciones. Procedentes de embalajes sucios o deshilachados, cuerdas o cordeles, marcado incorrecto de los ovinos con pez, alquitranes, resinas, pinturas; incluso objetos que pueden averiar las máquinas. La presencia de pesticidas en la lana es un aspecto sobre el cual el industrial no puede intervenir, pues ignora el tipo y las dosis de productos utilizados, además los análisis son complejos y costosos. No pueden eliminarse por completo durante el lavado y su presencia en la lanolina es problemática para la industria farmacéutica y cosmética.
- ❑ Defectos por un mal manejo y preparación de la lana: cortes defectuosos a causa de un mal esquila, mezcla de lanas de colores distintos, fermentación por un mal almacenamiento (esto origina amarilleo y pérdida de resistencia).
- ❑ Alteraciones de lanas debidas a los efectos de las intemperies, con la foto-degradación de las puntas de las fibras que provocan defectos en el tinte. También aparecen fibras quebradizas cuando los animales han padecido hambre, sequía, epidemias, etc.
- ❑ Alteraciones de lanas debidas a ataques de insectos o microorganismos. Las coloraciones de la lana por orina y excrementos son otro problema de difícil solución.

La automatización de los procesos dificulta la detección de posibles contaminantes y las técnicas de medición objetiva no son corrientes y no se dispone de una información fiable sobre la materia prima. De manera que el desarrollo de nuevas máquinas con altas velocidades obligan a trabajar con lotes muy homogéneos para evitar “sorpresas”.

Una de las bazas que la lana puede y debe jugar es ofrecer una imagen de fibra ecológica. Los artículos de lana van dirigidos a cierto perfil de clientela. Las mezclas de lana con fibras químicas en buenas proporciones y con un diseño coherente, debería fomentar el consumo de la lana.

Finalmente concluir que hay que mejorar la calidad del producto, y para ello es básica la información entre los distintos eslabones del sector, incluyendo a los productores de lana, que actualmente no es lo bastante clara, la formación y la colaboración. Debe enseñarse la importancia y las consecuencias de cualquier gesto en esta cadena, por simple que sea en apariencia.



NUEVAS TENDENCIAS

La certificación de la lana para el mercado internacional se hace a través de la SGS Wool Testing Services. Para la regulación del comercio se siguen unas especificaciones técnicas basadas en la IWTO (International Wool Textile Organisation) y el Blue Book, que especifica las bases del comercio entre países miembros.

Los métodos de test de la IWTO examinan:

- Rendimiento y materias vegetales.
- Diámetro de las fibras.
- Color.
- Longitud.
- Defectos.
- También las condiciones de toma de muestras, métodos de control y de cálculo, así como la forma de los certificados.

Los laboratorios donde se realicen estos tests deben de estar debidamente acreditados (Ainsworth, 1999).

En Australia se está intentando que el gobierno ayude a mejorar los beneficios de los productores (Graham, 1995), con un plan a largo plazo en el que se analizan los riesgos de movimientos de precio y comercialización, así como los factores más influyentes en el mercado de las lanas; esto es, precio del vellón, incentivos por calidad, tipos de pago, modos de pago, costos de comercialización y el riesgo de impagos, y sobre todo la mejora de la calidad.

En el marco de la UE la lana se considera producto industrial y no agroganadero, por tanto no existe una línea de ayudas específicas para este sector, las ayudas recibidas hasta ahora han sido a proyectos puntuales (una escuela europea de la lana, pequeñas unidades de lavado ecológico, programas de información,...) y vinculados a programas de desarrollo rural (p.e. el LEADER). De 1993 a 1999 la UE financió un proyecto de "acción concertada" para crear una red de investigadores sobre la biología de la producción de fibras; mohair, cachemira, angora, camélidos y lana fina. Se trata del European Fine Fibres Network (EFFN). Su primer objetivo era estimular la cooperación en los campos de la genética, la nutrición, la biología estacional, la metrología de las fibras y los retos socioeconómicos. Y su segundo objetivo, la búsqueda de métodos eficaces y rápidos para la evaluación y la medición de las fibras finas. En 1995 el Comité de Agricultura y Desarrollo Rural (A4-0079/96) hizo recomendaciones específicas sobre la producción de lana, acerca de su producción, extensión de lanas finas y especialmente sobre los genotipos productores de lana, también sobre la



producción de fibras con características especiales. Con este fin se creó el Grupo Europeo de la Lana (E.W.G.) en 1997, y el A.T.E.L.I.E.R. (Association Textile Européenne de Liaison, d'Innovation, d'Exchange et de Recherche).

Hacia 1995, comenzó a desarrollarse en Austria la producción de lana para el aislamiento de los edificios. Fue un gran éxito, y en la actualidad se transforma con este fin casi el 50% de la lana austríaca, con lo cual se busca más la lana basta que las lanas finas (Seitinger, 1999).

Aparte de los productos tradicionales fabricados con lana (alfombras, prendas de vestir, etc.) también encontramos la lana en otros productos:

- Trajes de bombero.
- Cubierta de pelotas de tenis.
- Interior de balones de béisbol y cricket.
- Fieltro para la punta de rotuladores.
- Aislante de sacos de dormir.
- Borradores de pizarras.
- Percutores del teclado del piano.
- Banderas.
- Tapices de las mesas de billar.
- Revestimiento de los altavoces de alta fidelidad.
- Sombreros de fieltro.
- Plantillas de zapatos y botas.
- Tapices.
- Filtros de aceite y polvo.



La tendencia en los hábitos de consumo apunta hacia una vestimenta más liviana, más confortable, más suave, de fácil cuidado, menos formal; todas estas características se logran en su mayoría con fibras textiles de bajo micronaje (el Merino medio mide 21 micras, el Merino superfino mide 17 micras, el algodón 13 micras y el poliéster llega hasta 1 micra). Así, el consumo de fibras textiles para vestimenta viene descendiendo en los últimos años a pesar del incremento de la población, y sin duda se está produciendo un cambio de hábitos de consumo. Las características del consumo caminan hacia una búsqueda de una mejor relación precio/calidad, en donde la lana presenta claras desventajas frente a los sintéticos. Por otra parte, la participación de la lana en la industria textil y las tendencias de mercado estarían indicando mejores perspectivas para lanas más finas por las bondades que las mismas presentan frente a las de más micronaje (Muñoz, 2000). Los más bajos micronajes se han obtenido en animales australianos, bien por ser esa su medida como en el caso del Merino del Escorial (con un promedio de 12,4 micras de diámetro), animales que provienen de un núcleo creado en España, en el Monasterio del Escorial en tiempos de Felipe II y del que actualmente sólo quedan animales en Nueva Zelanda y Australia; o bien



usando prácticas de manejo, como el “sistema Sharlea” australiano con ovejas saxon, consistente en la castración de los machos y su cría en establos cubiertos, manteniéndolos a dieta durante todo el año (se obtiene medias de 13 micras y pesos de 2 kg) (Merchant y Russel, 1999).

Incluso se están llevando a cabo estudios acerca de los cromosomas que controlan el desarrollo de los folículos en las ovejas productoras de lana, así como las posibles consecuencias del uso de la transgénesis (Damak, 1998).

Las nuevas tendencias que afecten a la sistemática de la selección genética, deberán tener en cuenta el sobrevalor económico que conlleva y la situación del mercado ovino. Por tanto, deberán de trabajar al unísono, los ganaderos, los esquiladores, los clasificadores de ovejas, los genetistas y los técnicos implicados en el mundo de la lana, tanto en el ámbito de investigación como en el ámbito de la industria transformadora, manteniendo una perfecta comunicación entre todos ellos.



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL



MATERIAL Y MÉTODOS

o



MATERIAL

Para la realización de este trabajo se han informatizado las medidas del *peso del vellón sucio, la longitud de la fibra, el número de ondulaciones y el diámetro de la fibra* (también denominado finura) de un total de 1869 merinos, procedentes de 20 explotaciones. Así mismo se han procesado los resultados de haber medido el *porcentaje de fibra heterotípica* a 19.815 corderos procedentes de 408 moruecos y de 37 explotaciones, cuyas medidas se han tomado en el período de tiempo comprendido entre 1985 y 1999.

El material animal se va a estructurar seguidamente, en función de los factores, de los cuales se va a determinar el nivel de influencia que ejercen sobre las 5 características laneras principales que se están estudiando en la presente Tesis Doctoral. Los factores son: Edad, sexo, año de nacimiento, tipo de parto, puntuación morfológica y ganaderías de nacimiento.

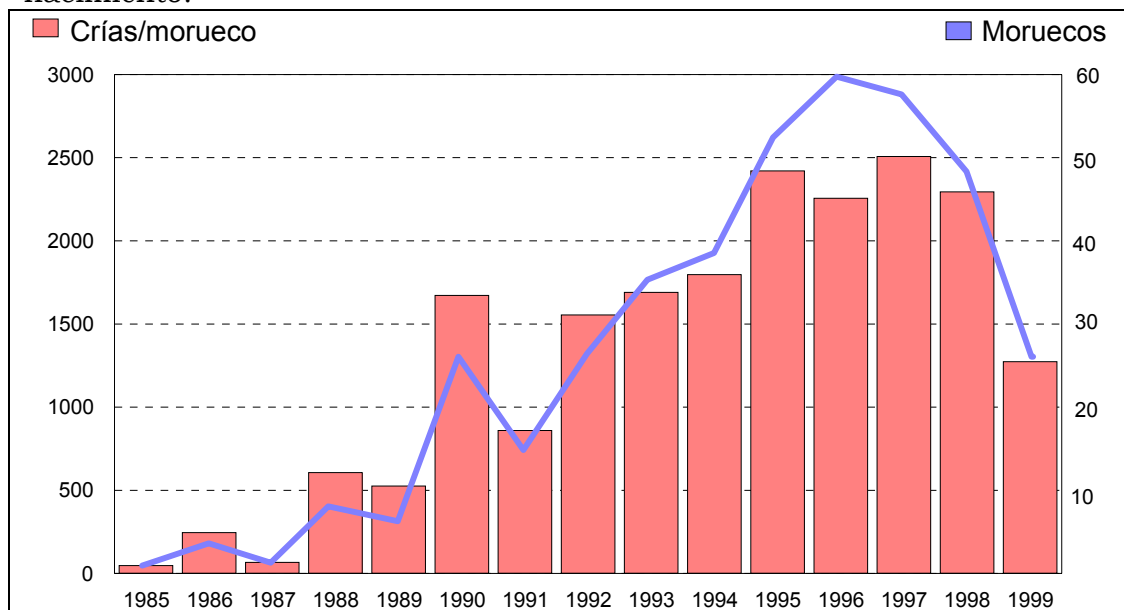
Fibra heterotípica.

1.- Número de moruecos y descendencia de los mismos en función del año de nacimiento.

Se ha medido el porcentaje de ausencia de fibra heterotípica sobre la descendencia de 408 moruecos. En la figura 2 se ha representado la evolución del número de moruecos valorados en función del año de nacimiento de su descendencia, obteniéndose el mayor número de mediciones entre los años 1994 y 1998. También se ha reflejado en la figura 2 el número de descendientes por año. En total han sido analizados 19.815 corderos, y la mayor frecuencia de nacimientos se obtuvo entre los años 1991 y 1998.



Figura 2: Número de moruecos y descendencia en función del año de nacimiento.



2.- Número de moruecos y descendencia de los mismos en función de la ganadería de nacimiento.

Se han procesado los datos de la descendencia de 408 moruecos pertenecientes a un total de 37 ganaderías que hemos reflejado en la tabla 9. Las siglas de las ganaderías que han contribuido aportando mayor número de moruecos han sido la SR, E y HD; y las que han aportado más crías han sido la SR, E y LF.

Tabla 9: Número de moruecos y descendencia de los mismos en función de la ganadería de nacimiento.

GAN	Moruecos	Crías/moruecos
A	2	84
AE	6	259
AL	5	202
AM	1	121
AS	13	786
BB	8	398
BE	1	41
BS	1	36
CP	7	274
CS	9	402
DB	9	424
DM	14	709
DT	5	252
E	67	3900
EP	9	432
FC	19	718
FD	4	194
FM	17	823
FN	3	127
GW	2	71
H	1	17
HD	30	828
HM	8	452
HQ	12	626
JO	7	361
L	2	88
LF	19	999
O	2	49
OA	2	120
P	1	29
S	8	295
SR	96	4896
XX	1	38
YD	1	31
ZE	10	531
ZG	4	153
ZZ	2	49

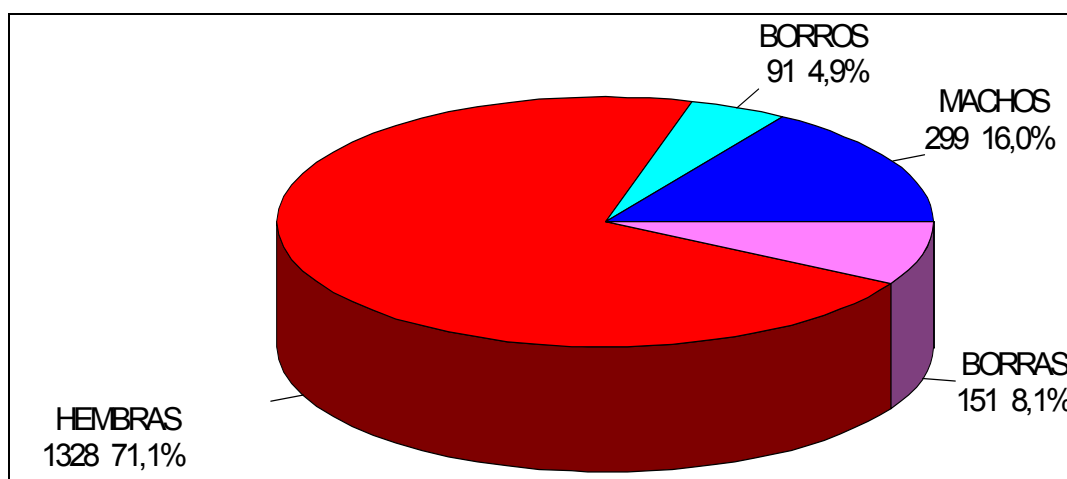


Características laneras: peso del vellón, diámetro de la fibra, longitud de la fibra y número de ondulaciones de la fibra.

1.- Número de animales en función del sexo y la edad.

Se han tomado medidas de 1479 hembras y de 390 machos de la raza merina (figura 3), de los cuales del 87,05% corresponde a la población adulta (1328 ovejas y 299 moruecos) y el 12,95% a los borros* (151 hembras y 91 machos).

Figura 3: Número de merinos analizados en función del sexo y la edad



Borros/as: Animales de menos de 12 meses de edad que aún no han sido esquilados.

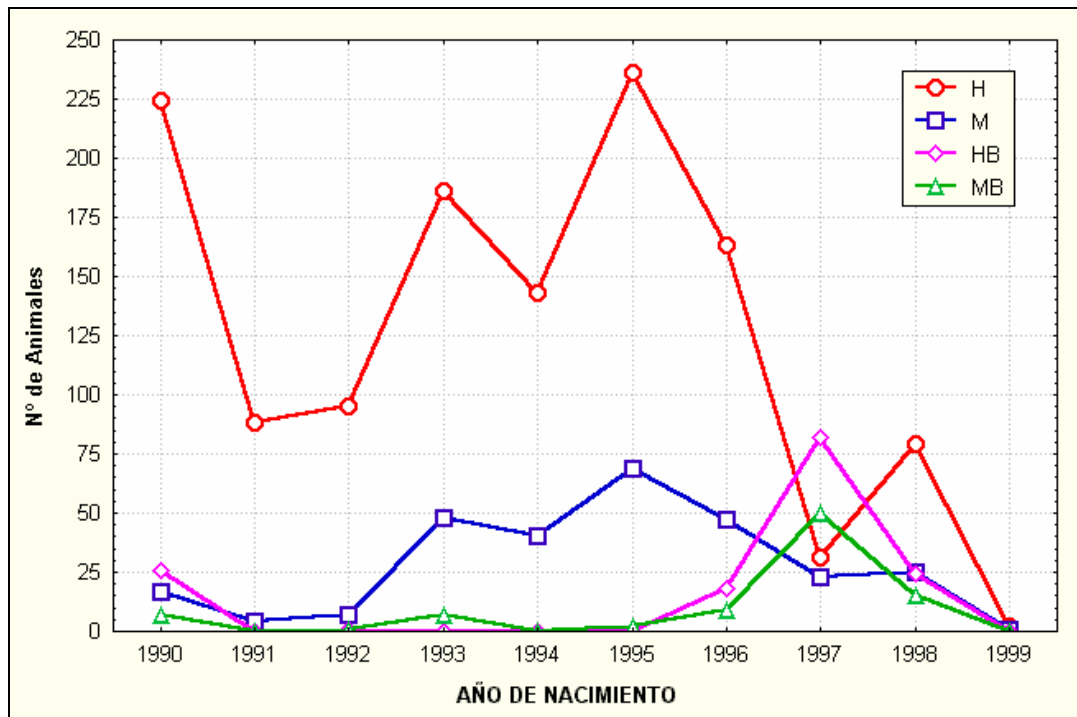
2.- Número de animales en función del año de nacimiento.

Como podemos observar en la figura 4, se ha representado la evolución del número de animales analizados en función del año de nacimiento, el sexo y la edad. Aunque existe algún dato aislado de merinos nacidos con anterioridad al año 1990, el mayor porcentaje de los animales que se les han realizado las medidas de caracterización del vellón, nacieron en la década comprendida entre 1990 y 1999.

Se puede observar en la citada figura que del grupo de hembras es de donde se han recogido mayor número de datos, principalmente de las nacidas en los años 90 y del 93 al 96. El grupo más numeroso de machos corresponde a los nacidos entre el 93 y el 99. Para el grupo de borros, el mayor volumen de animales nació en el año 1997 (aproximadamente 80 borras y 50 borros).



Figura 4: Número de Merinos a los que se le ha tomado medidas de longitud, finura, ondulaciones y peso el vellón, en función del año de nacimiento.

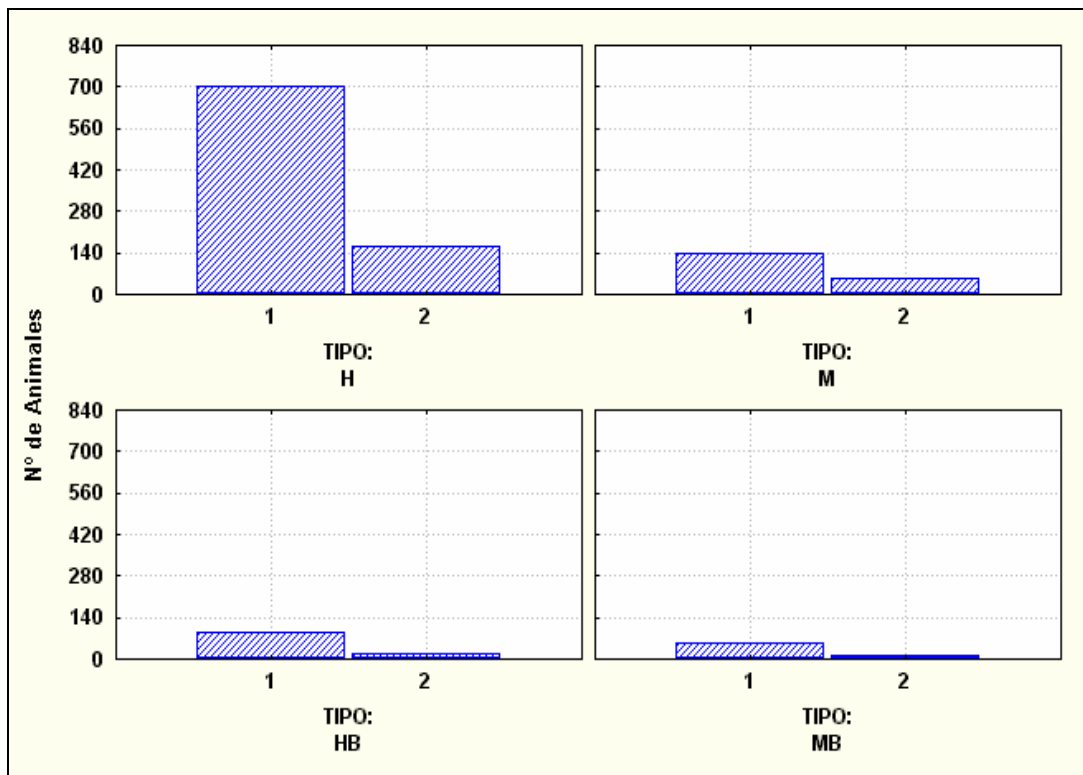


3.- Número de animales en función del tipo de parto.

El número de merinos procedentes de partos simples (1) fue de 984 frente a 249 merinos procedentes de partos dobles (2). En la figura 5 se puede observar la distribución de los animales medidos en función del tipo de parto, de la edad y del sexo. Así, de los 984 animales procedentes de partos simples el 71,5% corresponde a ovejas adultas (H), el 13,9% a machos adultos (M), el 9,1% a borras (HB) y el 5,4% a borros (MB). Los merinos procedentes de partos dobles se estructuran como sigue: el 65,1% son ovejas, el 22,1% moruecos, el 8,4% borras y el 4,4% borros.



Figura 5: Número de merinos a los que se le ha tomado medidas de longitud, finura, ondulaciones y peso del vellón, en función del tipo de parto.

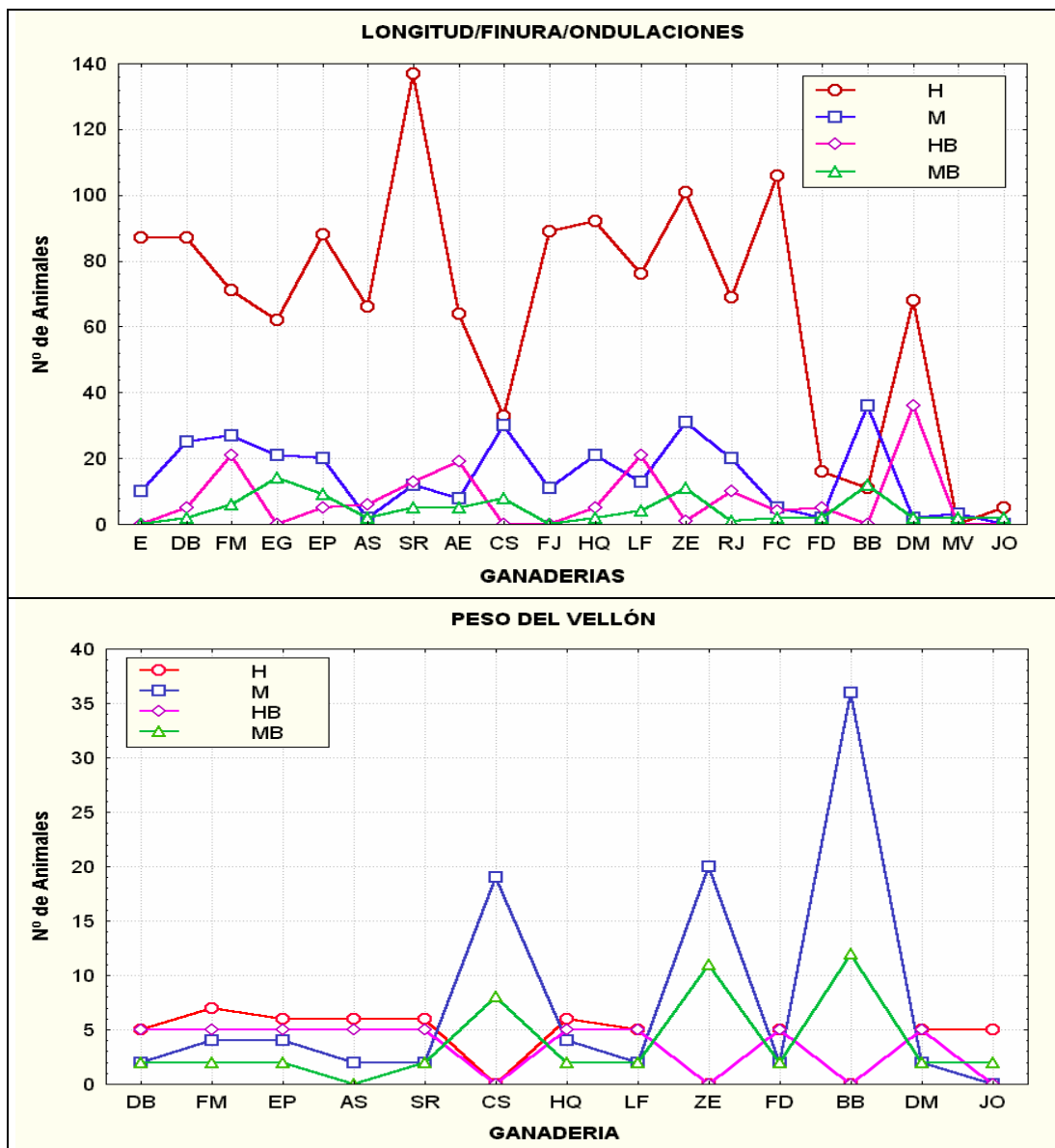


4.- Número de animales en función de la ganadería de nacimiento.

En la figura 6 se ha representado el número de merinos analizados en función de la ganadería de nacimiento. Así mismo, se ha estructurado en dos gráficas dependiendo de la característica lanera analizada, ya que para la longitud, finura y número de ondulaciones se han analizado 1769 merinos procedentes de 20 ganaderías, mientras que para el peso del vellón sucio se han analizado 242 merinos procedentes de 13 ganaderías.



Figura6: Número de merinos a los que se le ha tomado medidas de longitud, finura, ondulaciones y peso del vellón, en función de la ganadería, la edad y el sexo.



Las siglas de las ganaderías que han contribuido aportando mayor número de animales para la toma de medidas laneras han sido la SR, BB, DM Y EG, respectivamente para los núcleos de ovejas adultas, moruecos, borras y borros.

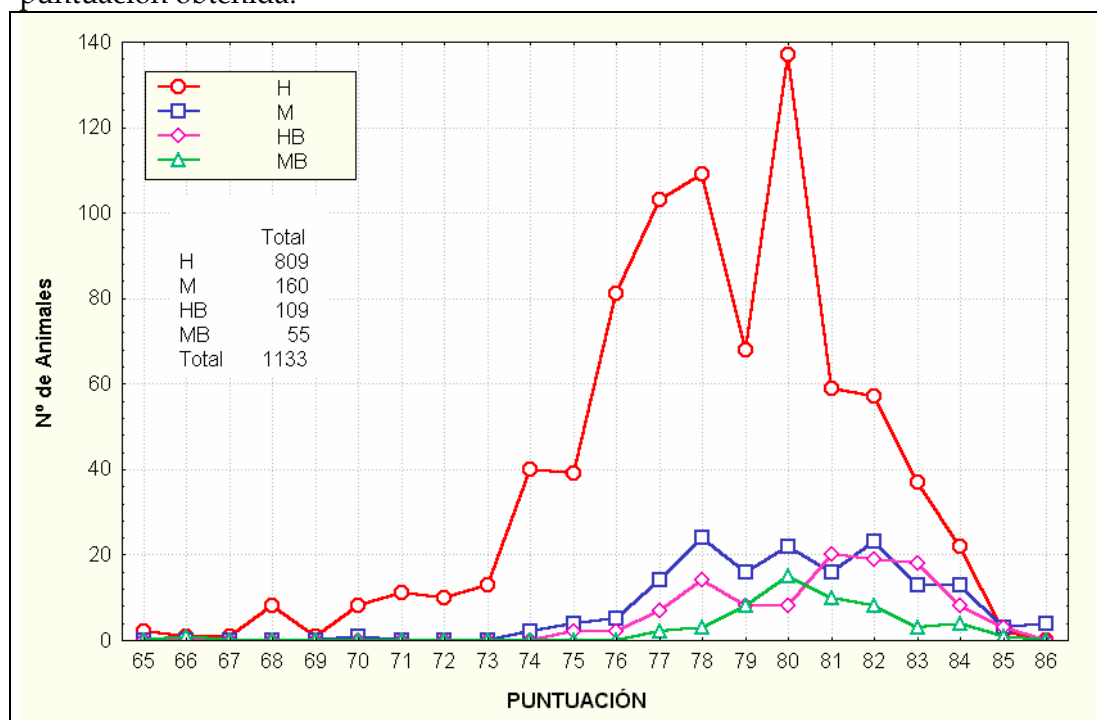
5.- Número de animales en función de la puntuación morfológica.

De los 1869 merinos, a los que se le han tomado medidas de las características laneras, un 60,6% han sido calificados por parte de la



Asociación Nacional de Criadores de Ganado Merino. Según se muestra en la figura 7, el mayor número de merinos se concentran en el rango de puntuación comprendido entre los 78 y 82 puntos. Concretamente el 16,93% de las ovejas poseen una puntuación media de 80 puntos, el 30% de los moruecos se distribuye de forma uniforme en los 78 y 82 puntos, el 18,33% de las borras en los 81 puntos y el 27,27% de los borros en los 80 puntos.

Figura 7: Número de merinos valorados morfológicamente, en función de la puntuación obtenida.



METODOLOGÍA UTILIZADA.

TOMA DE MUESTRAS

Coincidiendo con la visita realizada a las explotaciones en la fecha de la esquila, se tomaron dos muestras de lana de cada animal; una de la región de la espalda y otra de la parte superior del muslo. Las muestras de cada animal se introdujeron en sobre independiente, en el que se especificaba: el nombre de la ganadería de procedencia, el número de identificación del animal, además del sexo y clase (moruecos, borros, ovejas y borras). Las citadas muestras fueron enviadas al laboratorio eriotécnico cuyo director responsable es el Dr. José Ambrona Grajera para su análisis.



Los parámetros relativos a la fibra, valorados en cada muestra se concretan en: finura, longitud relativa y ondulaciones. La sistemática seguida en la valoración de los anteriores parámetros es la que se señala (Esteban, 1998):

- *Finura*: Para su determinación se ha utilizado el “microtomo de Cuenca”. Se realiza mediante un corte transversal de la muestra, previa fijación con colodión, para valorar la finura por contaje en microscopio del número de fibras en una superficie conocida. Por otra parte, se ha analizado la fibra estirada entre porta y cubre, El valor obtenido se expresa en micras.
- *Longitud relativa*: Se ha utilizado para su determinación el “longilana”. A este respecto, se coloca la muestra de lana encima del mismo y se lee directamente la longitud de la fibra. Se expresa en mm.
- *Ondulaciones*: Como en el caso de la longitud, indicado anteriormente, se ha hecho uso del “longilana”, obteniendo directamente el número de ondulaciones por decímetro.

El único parámetro, referido al vellón ha sido su *peso*. Se ha valorado de forma objetiva. Pesándose inmediatamente después de la esquila de cada animal. Se incluye en este peso, además del vellón propiamente dicho, las “caídas” y “barriga” (lana que crece por debajo de las rodillas y alrededor de los corvejones, que suele contener pelo normal y muerto. La lana de barriga es la lana de la zona del vientre).

Las mediciones sobre la ausencia de fibra heterotípica en la descendencia se han realizado por observación visual de los animales.

ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA SOBRE LA LONGITUD, FINURA, ONDULACIONES Y PESO DEL VELLÓN. PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS

Una vez obtenidos los registros laneros de longitud, ondulaciones, diámetro, peso del vellón y fibra heterotípica, fueron informatizados en base de datos de Dbase IV, versión 1.1 (@ Borland Inc.), para su posterior tratamiento estadístico.

Con esta información se ha realizado un estudio de los estadísticos descriptivos de las variables que definen las características laneras, tanto de tendencia central (media), como de dispersión (desviación típica, error de la media y coeficiente de variación) para la población total y para cada nivel de los diferentes factores analizados. Los factores analizados y sus clases se representan en el siguiente cuadro:



FACTORES	CLASES
Ganadería	17 (AE, AS, BB, CS, DB, DM, E, EP, FC, FD, FJ, FM, HQ, LF, RJ, SR, ZE)
Año de nacimiento	10 (≤ 1989 , 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, ≥ 1998)
Tipo de parto	2 (simple y doble)
Sexo	2 (machos y hembras)
Edad y sexo	4 (moruecos, borros, ovejas y borras)

Para analizar la posible influencia de los distintos factores ambientales sobre las características laneras del Merino se realizó un modelo de ANOVA factorial que incluía como factores la ganadería, el año de nacimiento, el tipo de parto, el sexo y la edad, así como diversas interacciones de segundo orden entre estos factores. Aquellos factores significativos fueron sometidos a una prueba de comparación de medias a posteriori de Tukey.

Una vez determinados los factores ambientales con mayor influencia se pasó a la cuantificación de éstos mediante la estimación de los componentes de la varianza de las características laneras. Estos componentes se estimaron descomponiendo para cada factor el modelo general en otro en el que no se incluía este factor, pudiéndose determinar por diferencia entre ambos modelos la importancia relativa de este factor. Considerándolo para este estudio como factores aleatorios.

Los estadísticos descriptivos globales y para cada nivel de los factores se obtuvieron mediante los procedimientos Univariate, Means y Tabulate del paquete estadístico S.A.S. (Statistical Analysis System) versión 6.0 y el Statistica for Windows v. 5.0, mientras que los modelos de ANOVA simple y multifactorial mediante el procedimiento Gln del mismo paquete estadístico SAS.

Por último se estudió la posible relación entre las distintas características laneras y la puntuación obtenida en la valoración morfológica, mediante un análisis de regresión simple, utilizando para ello el procedimiento Reg del SAS.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN LANAR EN ESPAÑA Y DE LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN DE MERINO

El análisis de la producción lanar en España se ha realizado utilizando los datos suministrados por el Anuario de Estadísticas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, realizando gráficas para reflejar producción de lanas y evolución de precios y mercados. Estos datos recogen



mediciones realizadas en lanas finas, entrefinas, bastas y negras, entre los años 1985 y 1996 de:

- ❖ Producción de lana, medida en toneladas por año, en el conjunto de España y por comunidades autónomas.
- ❖ Rendimiento de kilos de lana por animal y número de animales esquilados, por año.
- ❖ Valor económico de la venta de la lana, por parte del productor y por año.
- ❖ Cuantía del comercio exterior de lanas en España (importaciones y exportaciones), entre los años 1985 y 1996.

El estudio económico de la rentabilidad de la producción de lana se ha realizado mediante una simulación e una explotación tipo de 500 animales Merinos. Para la valoración de los costes hemos usado los datos de la Lonja de Extremadura acerca del precio de venta de la lana y los costes del esquila, y para obtener los datos económicos globales de una explotación se han llevado a cabo encuestas en explotaciones de Merino del Valle de los Pedroches (Córdoba) según es cuestionario siguiente:

- 1.-¿Cuántas cabezas de Ovino Merino tiene actualmente?
- 2.-¿Cuántas cabezas de Ovino Merino tenía el año pasado?
- 3.-¿Ha comprado ganado ovino a alguna entidad dedicada a este fin (ferias ganaderas, etc.)?
- 4.-¿Ha vendido ganado ovino por alguna entidad dedicada a este fin (como por ejemplo ganado de deshecho)?
- 5.-¿Ha tenido que pagar alguna comisión de compra o venta de ganado ovino?
- 6.- ¿Cuánto ha tenido de gasto de esquila?
- 7.-¿Ha vendido lana a alguna entidad destinada a este fin?
- 8.-¿Ha comprado fármacos en otras entidades?
- 9.-¿Ha tenido asistencia veterinaria? ¿Con qué importe?
- 10.-¿Ha comprado pienso a algún particular o en alguna casa comercial?
- 11.-¿Ha comprado paja y heno a algún distribuidor?
- 12.-¿Cómo distribuye los cereales?
*GANADO
*SIEMBRA
- 13.-¿Compró cereales a algún distribuidor?
*GANADO
*SIEMBRA
- 14.-¿Ha comprado hierros (comederos, bebederos, etc) destinados al ganado ovino en otras entidades o de segunda mano?
- 15.-¿Ha comprado algunas herramientas como puedan ser una motosierra para la tala, aperos para la labranza, cosechadora para la recolección u otros utilitarios destinados a la mejora o conservación de la explotación?



LABRA.....
COSECHADORA.....
PODAS.....
ARRANQUE DE MONTES.....
SIEGA.....
TALA DE ENCINA.....

16.-¿Ha tenido gastos de reparación de maquinaria, instalaciones eléctricas, naves o incluso construcción de éstas?

17.-¿Ha tenido gastos de suministros (gas-oil)?

18.-¿Ha tenido gastos de portes en la compra y venta de?

Ovino.....
Paja y heno.....
Cereales.....
Pienso.....

19.-¿Tiene algún tipo de seguro destinado a los cultivos, al ganado, etc?

20.-¿Tiene algún préstamo por el cual le cobren interés a cuenta de la explotación?

21.-¿Ha hecho algún proyecto de mejora de la finca?

22.-¿Cuántas Ha tiene la finca?

23.-¿Cuántas Ha tiene en cultivos?

24.-¿Ha comprado abonos u otros productos para el cultivo a otros distribuidores?

25.-¿Tiene alquilado pastos para el ganado?

26.-¿Alquila las tierras para siembra de cultivos que luego van destinadas al ganado?

27.-¿Alquila sus tierras a otro agricultor, por las que cobra alguna remuneración?

28.-¿Ha vendido parte de la cosecha que ha recolectado (que pertenecen a los cultivos que usted ha sembrado)?

29.-¿Ha tenido gastos de alambrar la finca?

30.-¿Ha tenido gastos para riego o para canalizar agua para llevar hasta la explotación?

31.-¿Ha hecho algún pantano?

32.-¿Recibe algún tipo de ingresos por parte del Estado o de la Junta de Andalucía? Sí es así vamos a clasificarlas según la sección:

*SUBVENCIONES GANADO:

Ovino.....
Vacuno.....
Caprino.....

*SUBVENCIONES CULTIVOS:

*OTROS

Sequías.....
Joven agricultor.....
Construcciones.....

33.-¿Trabaja el empresario en la explotación todo el año? ¿Le dedica los fines de semana?

34.-¿Trabaja algún familiar en la explotación (sus hijos)? ¿Los fines de semana?

35.-¿Cuánto dinero bruto se gasta en sueldos anualmente?

36.-¿Son trabajadores fijos o de temporadas?

37.-¿A qué actividad se dedican los trabajadores? ¿Dedican a ella la jornada completa?

38.-¿Tiene contratado los servicios de algún gestor laboral?

39.-¿Cuánto tiene de gasto en la seguridad social?

40.-¿Cuánto ha tenido de gastos en guías?



ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS GENÉTICOS.

Para la estimación del parámetro genético de la heredabilidad y la correlación genética entre las diferentes variables se diseñó un modelo Animal del BLUP, en el que se consideró a cada una de las características laneras analizadas como caracteres propios del animal y como factores fijos ambientales la ganadería, el año de nacimiento, el tipo de parto y la interacción edad/sexo. En cada caso la puntuación obtenida en la valoración morfológica fue considerada una covariable, cuya relación con los caracteres laneros era la de un polinomio de segundo grado. El factor aleatorio (genético) incluido en el modelo fue el efecto genético aditivo del propio animal que generaba cada uno de los caracteres laneros.

Para la obtención de la matriz de parentesco se ha obtenido su árbol genealógico hasta la 3ª generación conocida (bisabuelos), mediante la información aportada por el Stud Book de la raza Merina, formando una base de datos con un total de 2257 registros genealógicos.

Para la estimación de la heredabilidad, su error y la correlación genética se utilizó el programa VCE v. 4.0. de Groeneveld (1998), que sigue un procedimiento REML (*Máxima verosimilitud restringida*) iterativo, por ser la que presenta estimas más estables dentro del espacio paramétrico de la función de densidad.

ESTIMACIÓN DEL PROGRESO GENÉTICO MEDIANTE PROGRAMA DE SIMULACIÓN

Por último se realizaron diversas simulaciones informáticas para conocer la repercusión de los parámetros estimados en otros capítulos de esta tesis, en la posible respuesta a la selección si se considerase oportuno añadir como criterios de selección alguno de los caracteres analizados.

Hemos usado el programa informático GENUP, versión 5.2 for win 2000. Genup es un programa de simulación del progreso genético en una población animal. Está compuesto de un conjunto de módulos, diseñados para ayudar en Genética cuantitativa y siempre aplicados a un grupo de animales.

Para trabajar con el programa se han utilizado las medias, correlaciones genotípicas y fenotípicas y heredabilidades de los caracteres laneros obtenidos en la presente Tesis Doctoral: diámetro de la fibra, longitud, ondulaciones de la fibra y peso del vellón. Con respecto a los datos referidos al peso del animal al destete, hemos utilizado las medias y



heredabilidades obtenidas en el actual Esquema de Selección del Merino Autóctono Español (Oliart *et al.*, 2000). Las correlaciones genéticas entre peso al destete con los caracteres laneros se han tomado de la bibliografía consultada (Fogarty, 1995). Los valores se incorporan en la siguiente pantalla:

Una vez registrados estos datos se utilizan 5 módulos del Programa:

- ❑ Edades: estructura de edades para una respuesta máxima.
- ❑ Objetivo: comprueba las ganancias genéticas.
- ❑ Elipse: respuesta con dos caracteres.
- ❑ SEL: una prueba simple de la teoría de la selección.
- ❑ Index: Obtención de un índice de selección.

A través de ellos recabaremos información acerca de la respuesta esperada para los distintos caracteres laneros, según las circunstancias de la selección genética.

1. Simulación de las repercusiones que el actual esquema de selección del Merino Autóctono Español (en el cual sólo se considera el peso vivo del animal como criterio de selección) puede tener sobre los caracteres laneros. Para llevar a cabo esta simulación se ha utilizado el módulo *Objetivos* del programa informático *Genup*. Con este módulo se pueden analizar el progreso genético en un determinado programa de cría. Se representan las respuestas en forma de plano bidimensional y como elipses amarillas los límites externos de la respuesta para cada par de caracteres.



2. Simulación de los resultados de un programa de selección para caracteres laneros, bien considerados de forma independiente como criterios únicos de selección, bien simulando la respuesta directa para todos ellos considerando un criterio de selección múltiple. En el primer caso se analizará tanto la respuesta directa sobre el carácter seleccionado como la indirecta o correlacionada sobre el resto de variables. Iniciamos esta simulación usando el módulo *Edades* del programa *Genup*, que simula la respuesta para una pirámide de edades dada y estima la estructura de edades para una respuesta máxima.

A continuación, y como complemento de los resultados anteriores, usamos el módulo *SEL* (*simulación de la teoría de la selección para un carácter simple*) para determinar la tendencia genética que experimentaría el diámetro de la fibra. Para completar el estudio de cada carácter, se simulará la respuesta directa de la selección sobre cada carácter y la respuesta indirecta sobre los otros caracteres laneros. Para llevar a cabo esta simulación se ha utilizado el módulo *Objetivos*, ya comentado.

Por último para realizar esta selección conjunta para los distintos caracteres laneros se les ha otorgado distintos pesos económicos en función de la demanda de la industria textil del mercado lanero, dando tomando como pesos económicos para el diámetro de fibra, longitud, ondulaciones y peso de vellón respectivamente; -3,5, 1, 0,5 y 5. Para llevar a cabo esta simulación también se ha utilizado el módulo *Objetivos*, ya comentado.

Mediante el módulo *INDEX* del programa *Genup*, se calculará un posible índice de selección para la combinación de las cuatro características laneras, considerando como fuente de información el propio individuo y un sólo control por animal.

3. Simulación de una posible situación real, en que se añadan a los criterios de selección actuales del Merino Autóctono (crecimiento) los dos caracteres laneros más interesantes desde un punto de vista económico y de la industria lanera (diámetro de la fibra y peso del vellón).

Esta simulación se realizará también con el módulo *Objetivos*, estimándose un posible índice de selección con el módulo *Index*. Para ello le hemos otorgado al carácter peso al destete un peso económico de 8 sobre 10, dada su importancia en el esquema de selección actual y al resto de caracteres laneros, de -1 para el diámetro de fibra, y 1 para el peso del vellón.



RESULTADOS



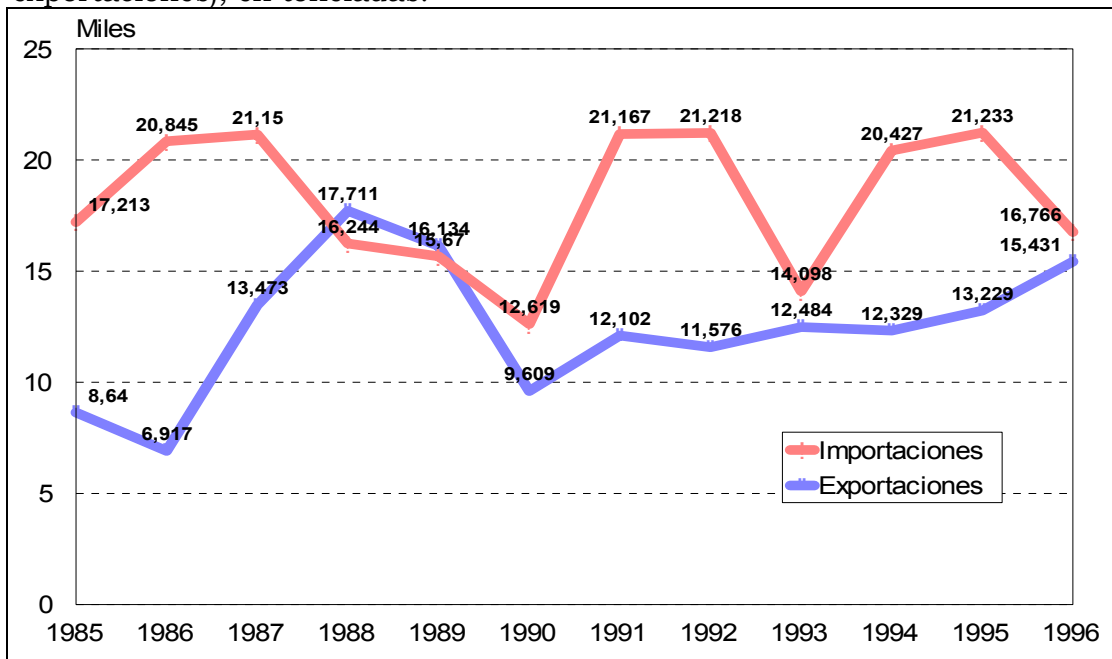
Para realizar el análisis de los resultados obtenidos, vamos a estructurar su comentario en función de cada una de las variables estudiadas, comenzando con un análisis de la producción lanar en España y su repercusión económica dentro de una explotación tipo de Merino.

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN LANAR EN ESPAÑA

Con los datos facilitados por el Instituto Nacional de Estadística sobre producción, rendimiento, valor y comercio exterior de lanas en España entre los años 1985 y 1996, hemos procedido a la representación gráfica de los datos y al análisis de los mismos, comparándolos con los obtenidos en el estudio realizado en la presente tesis.

En la figura 8, donde se ha representado el comercio exterior de la lana sin cardar ni peinar (importaciones y exportaciones), se observan fuertes oscilaciones en las importaciones con un máximo alcanzado en el año 1995 (21.233 Tm) y un mínimo en el año 1990 (12.619 Tm). Las exportaciones han sufrido una estabilización desde comienzos de los 90, con una media de 12.500 Tm. En este sentido, se observa cómo la balanza comercial española de lana es deficitaria, pues en general importamos mayor cantidad de lana de la que exportamos (salvo en los años 1988 y 1989).

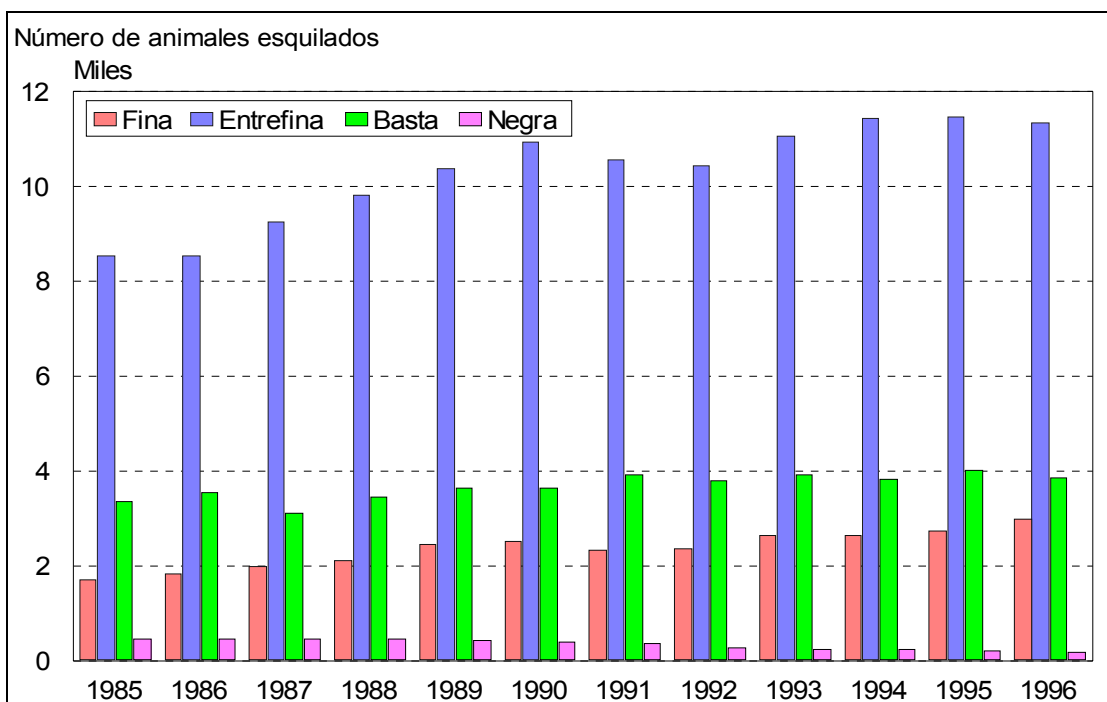
Figura 8: Comercio exterior de la lana sin cardar ni peinar (importaciones y exportaciones), en toneladas.





En la figura 9, se ha representado la serie histórica del número de animales esquilados en función del diámetro de la fibra. La figura indica que ha habido un aumento de la cabaña total española de ovinos esquilados. Pasando de 14.073.000 animales en 1985 a 18.386.000 en 1996, siendo más significativo el aumento de los animales productores de lana fina (74%) que para los productores de lana entrefina (32,7%), basta (15,28%) o negra (- 58%).

Figura 9. Serie histórica del número de animales esquilados en función del diámetro de la fibra



Según muestra la figura 10, donde se ha representado la evolución de la producción lanar (Tm) en función del diámetro de la fibra, se observa el crecimiento constante de la producción lanera en todos los tipos de lana (salvo en la lana negra), siendo más significativo el aumento de lanas finas (71,3%) frente a las entrefinas (23,5%) y bastas (20%). La evolución observada para la producción lanera guarda una fuerte correspondencia con la figura 9, donde se representaba el número de animales esquilados.



Figura 10. Evolución de la producción lanar (Tm) en función del diámetro de la fibra.

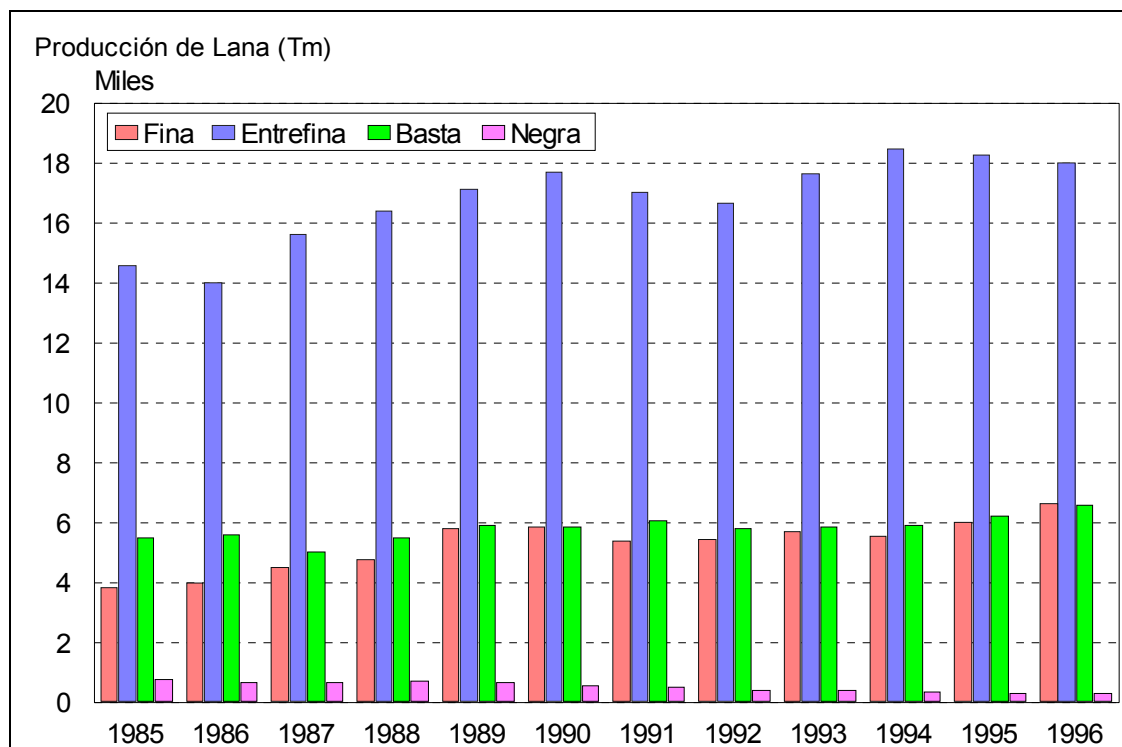
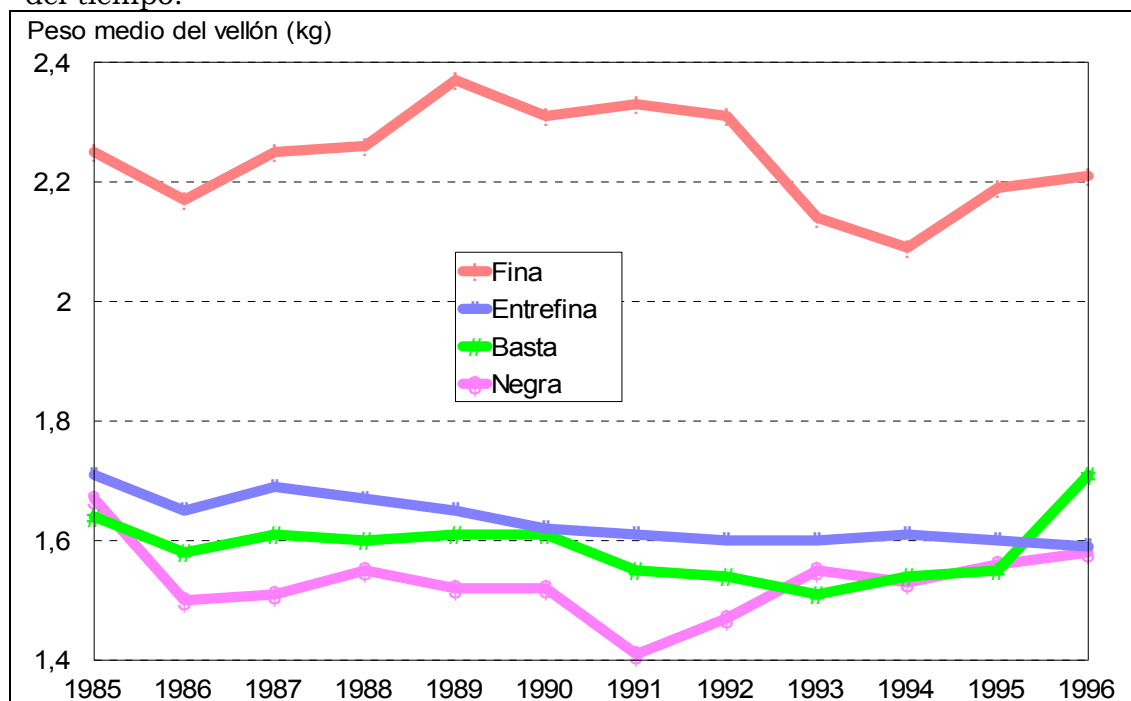


Figura 11. Peso medio del vellón (kg) en función del diámetro de la fibra y del tiempo.





La evolución del peso medio del vellón (kg) a través del tiempo y en función del diámetro de la fibra se ha representado en la figura 11. El peso medio del vellón de lanas finas es de 2,24 kg, con oscilaciones máximas de 0,28 Kg/animal entre los años 1989 y 1994. Así mismo, se puede observar, cómo a lo largo de la década disminuye levemente el promedio de peso las lanas bastas y entrefinas.

En la figura 12 se muestra la evolución del precio de la lana sin lavar percibido por los ganaderos. Durante los años analizados la bajada de precios ha sido constante, salvo un ligero repunte entre 1994 y 1997, donde el ganadero pasa de percibir un máximo en el año 1985 de 172,07 ptas/kg a un mínimo de 22,09 ptas/kg en el año 1993. A partir de este año, se ha ido produciendo un incremento constante hasta situarse en 1997 con 88,57 ptas/kg.

Basándonos en los datos productivos del anuario estadístico del MAPA, hemos establecido la rentabilidad percibida por el ganadero como la diferencia entre el pago que recibe por la venta de la lana producida por animal menos el coste de la esquila (figura 13). Dada la fuerte oscilación de los costes de la esquila (100 a 200 ptas/animal), se ha promediado el precio a 150 ptas/animal. Con el mantenimiento constante del coste de la esquila, se puede observar como entre los años 1991 y 1994 y en el 1996 la rentabilidad es negativa.

Figura 12: Evolución a través del tiempo del precio percibido por los ganaderos (ptas/kg) de la lana sin lavar.

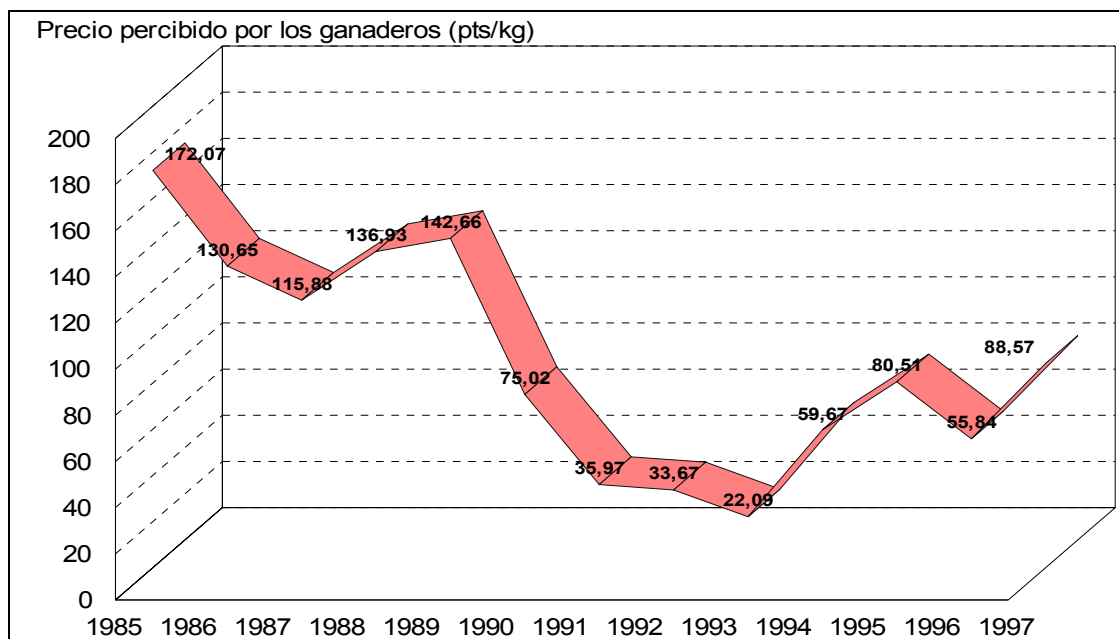
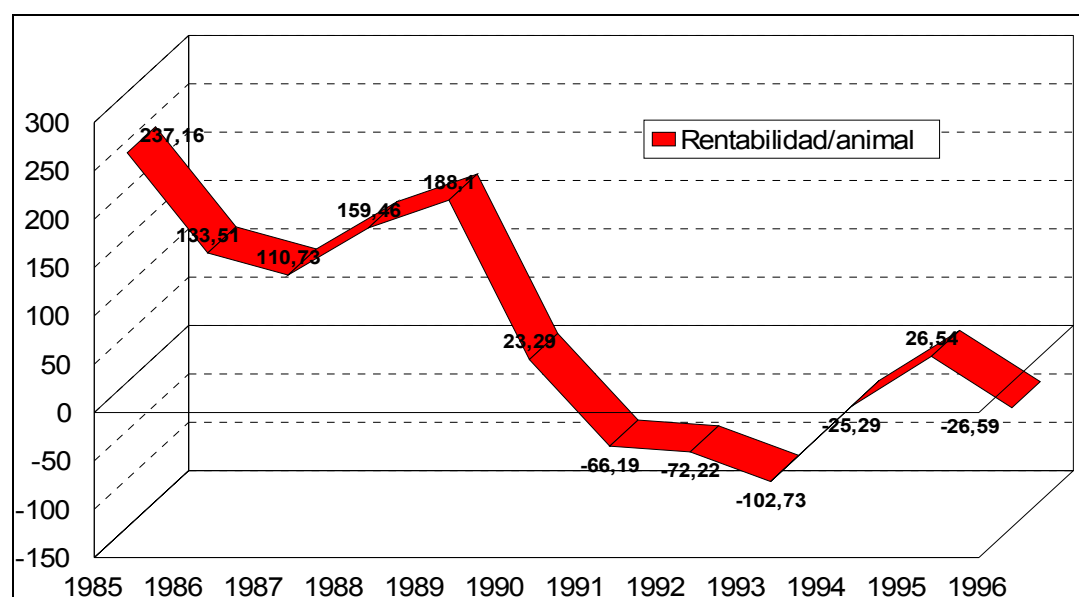




Figura 13: Evolución histórica de la rentabilidad percibida por el ganadero para la lana fina sin lavar.



ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA LANA

Con el fin de analizar la rentabilidad de la lana en una explotación típica de Merino, con 500 animales distribuidos según la tabla 10, se ha calculado el rendimiento productivo en función de los datos obtenidos en la presente Tesis Doctoral sobre peso de vellón sucio, según el sexo y la edad del animal. En el conjunto de ingresos de una explotación extensiva, la lana viene a significar entre un 1% y un 3% del total de ingresos.

Tabla 10. Número de animales, media del peso del vellón (kg/animal) y rendimiento (kg) para una explotación tipo de ovino Merino compuesta por 500 animales.

Nº animales	Medias peso vellón (kg/animal)	Rendimiento (kg)
376 hembras	3,75	1410
100 borras	3,8	380
20 carneros	4,4	88
4 borros	4,5	18
Total 500		1896

Durante el año 2001 los precios de la lana (Lonja de Extremadura) oscilaron entre 0,36-0,54 €/kg, y los precios de la esquila oscilaron entre 0,72-1,20 €/animal. En la tabla 11 se ha representado la rentabilidad obtenida con la venta de la lana después de descontar el precio del esquila. Se observa una



rentabilidad mínima para el total de la explotación de 82,70 €/año frente a un máximo de 664,96 €/año.

Tabla 11. Rentabilidad obtenida con la venta de la lana después de descontar el precio del esquila. Rentabilidad = N° kg lana/animal x Precio lana x 500 animales - Precio esquila x 500 animales.

		PRECIO LANA (€/KG)			
		<i>0,36</i>	<i>0,42</i>	<i>0,48</i>	<i>0,54</i>
Precio esquila (€/animal)	<i>0,72</i>	323,10	461,10	551,01	664,95
	<i>0,84</i>	263,00	400,99	490,91	604,86
	<i>0,96</i>	202,90	340,89	430,80	544,76
	<i>1,08</i>	142,80	280,79	370,70	484,66
	<i>1,20</i>	82,70	220,69	310,60	424,55

Por otro lado también se ha calculado a partir de qué límite de kilogramos de lana producidos por animal, se cubren los gastos derivados de la esquila y empieza a ser rentable la producción de lana (tabla 12):

Tabla 12: Peso de vellón/animal necesario para sostener los precios del esquila dependiendo de la oscilación del mercado.

		PRECIO LANA (€/KG)			
		<i>0,36</i>	<i>0,42</i>	<i>0,48</i>	<i>0,54</i>
Precio esquila (€/animal)	<i>0,72</i>	2	1,7	1,5	1,3
	<i>0,84</i>	2,3	2	1,8	1,6
	<i>0,96</i>	2,7	2,3	2	1,8
	<i>1,08</i>	3	2,6	2,3	2
	<i>1,20</i>	3,3	2,9	2,5	2,2

En la tabla anterior observamos que el mínimo necesario para alcanzar el umbral de rentabilidad oscila, en función del precio pagado y el coste de esquila, entre 1,3 y 3,3 kg de peso de vellón.

A continuación se expone un caso práctico (Tabla 13) en el que se detalla el origen de los ingresos en una explotación tipo de Merino, donde el objetivo productivo es la carne, basándonos para ello en encuestas realizadas



en explotaciones de Merino del Valle de los Pedroches (Córdoba), y dentro de ese conjunto de ingresos analizamos el papel que juega la producción lanera.

Tabla 13: Caso práctico de una explotación tipo de Merino

EXPLOTACIÓN TIPO: Merino					
CARACTERÍSTICAS:					
<ul style="list-style-type: none"> - Superficie Agraria Util: 300 Has. - Ganado reproductor: 250 ovejas 					
	PTAS	% / GV	% / GF	% / GTotal	% / Ingresos
Gastos Variables	4.758,05	-	-	30,51	-
Alimentación reproductores	2.103,54	44,21	-	13,49	-
Alimentación corderos	1.632,79	34,32	-	10,47	-
Sanidad	781,31	16,42	-	5,01	-
Esquileo (160 Ptas./anim.)	240,40	5,05	-	1,54	-
Gastos Fijos	10.839,20	-	-	69,49	-
Amortización	5.784,69	-	53,37	37,09	-
Mano de obra	1.803,03	-	16,64	11,56	-
Tributos	180,30	-	1,66	1,16	-
Gastos financ.	1.502,53	-	13,86	9,93	-
Conservación	1.202,02	-	11,09	7,71	-
Suministros	300,50	-	2,77	1,93	-
Otros gastos	66,11	-	0,61	0,42	-
GASTOS TOTALES	15.597,26	-	-	-	-
INGRESOS	19.047,99	-	-	-	-
Corderos	11.014,15	-	-	-	57,82
Subvención	6010,12	-	-	-	31,55
Estiércol	1.532,58	-	-	-	8,05
Lana (4,18 Kg /animal / 78,2 Ptas./Kg)	491,14	-	-	-	2,58
MB=I-GV	14.289,94	-	-	-	-
MN=MB-GF	3.450,73	-	-	-	-

GV = Gastos Variables Totales, GF = Gastos Fijos Totales, GT = Gastos Totales
 I = Ingresos, MB = Margen Bruto y MN = Margen Neto o Beneficio

Con respecto a la cuenta global representamos en las siguientes gráficas (Figuras 14 y 15) la importancia de la lana dentro de la cuenta de explotación, como ingreso y como gasto. La cifra más importante es la

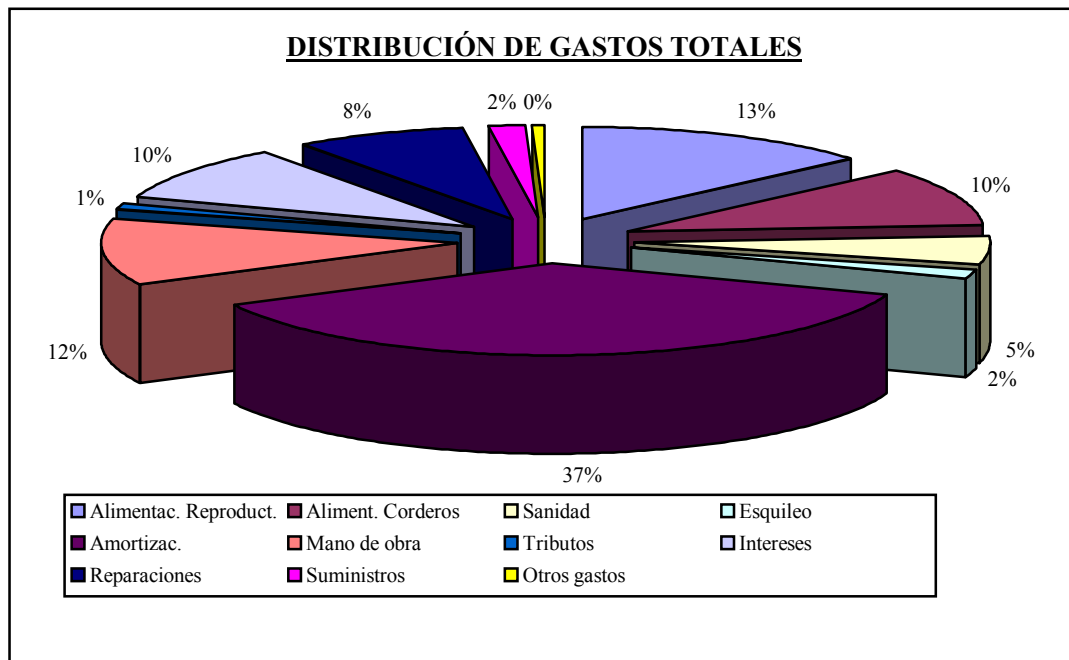


diferencia entre uno y otro, o sea el beneficio neto que representa la lana, y en nuestro estudio este valor es de un 4%.

Figura 14: Distribución de gastos totales en una explotación tipo de Merino



Figura 15: Distribución de ingresos en una explotación tipo de Merino



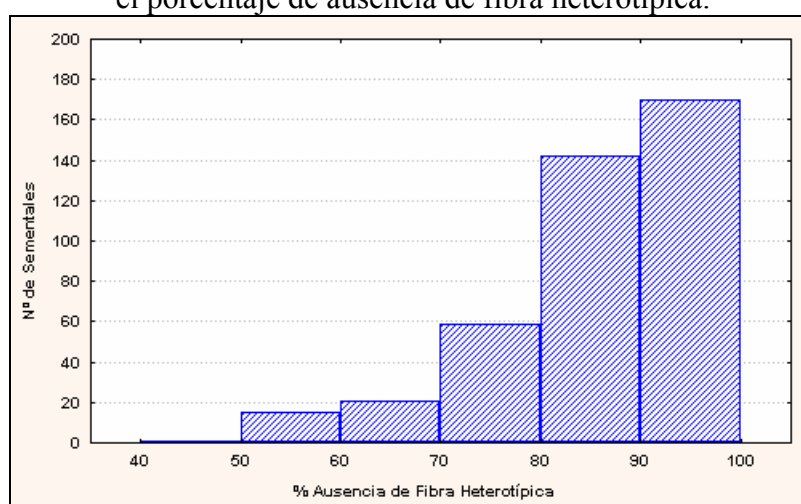


FIBRA HETEROTÍPICA

La presencia de fibra heterotípica, también llamada pelo cabruno o garra, en la lana es un carácter negativo que deprecia la misma. En este apartado se ha analizado el porcentaje de ausencia de fibra heterotípica en la descendencia de 408 moruecos (19.815 crías). El porcentaje medio de ausencia de fibra heterotípica ha sido de $86,04 \pm 0,532$, con un mínimo de 50% y un máximo de 100%. El coeficiente de variación ha sido del 12,48%.

El histograma de frecuencias para el porcentaje de ausencia de fibra heterotípica (figura 16), muestra que más del 75% de la población analizada presenta entre un 80 y un 100% de ausencia de fibra heterotípica.

Figura 16: Histograma de frecuencias para el porcentaje de ausencia de fibra heterotípica.



Cuando se analiza la evolución del porcentaje medio de ausencia de fibra heterotípica a través del año de nacimiento del morueco (figura 17), se observa que existen diferencias máximas del 10,45% entre los años 1985 y 1997. El análisis de varianza resultó significativo al 95%. En función de la ganadería de origen del morueco (figura 18), el análisis de varianza también resultó significativo (99,9%), existiendo en este caso diferencias máximas de 29,79% entre las ganaderías FN y la P.



Figura 17: Diagrama de caja y patilla para el porcentaje de ausencia de fibra heterotípica en función del año de nacimiento del morueco.

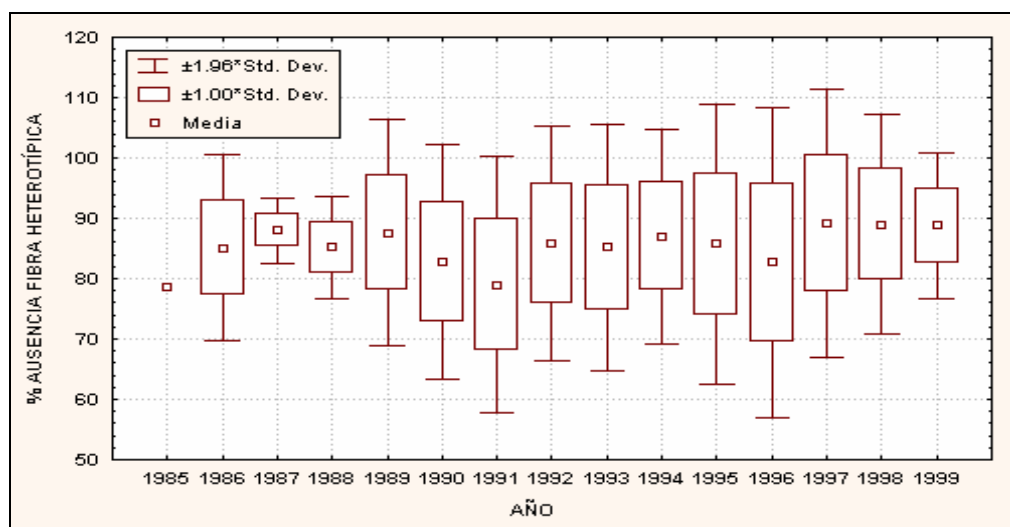
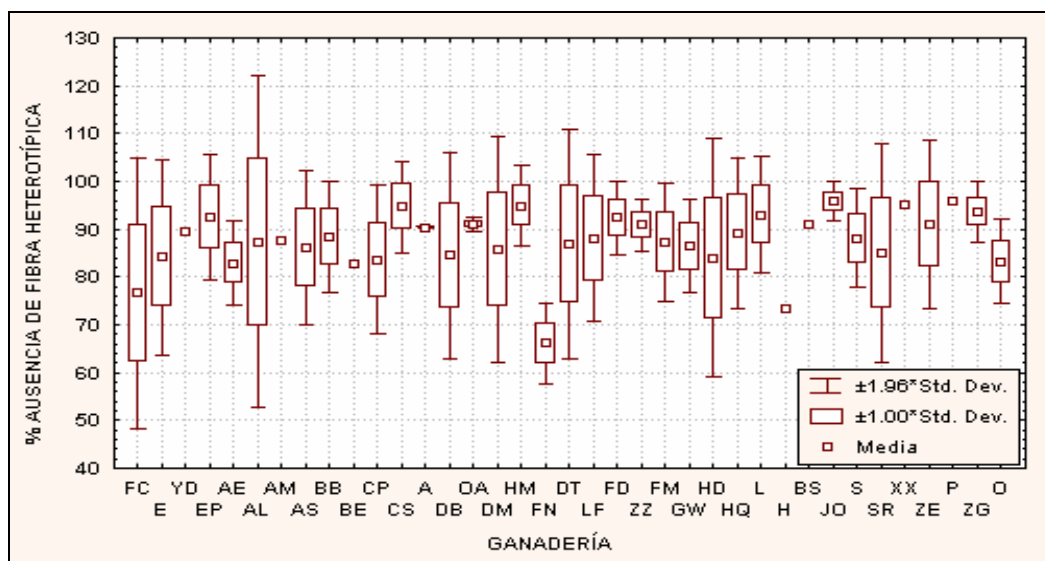


Figura 18: Diagrama de caja y patilla para el porcentaje de ausencia de fibra heterotípica en función de la ganadería del morueco.



DIÁMETRO DE FIBRA (FINURA DE LA LANA)

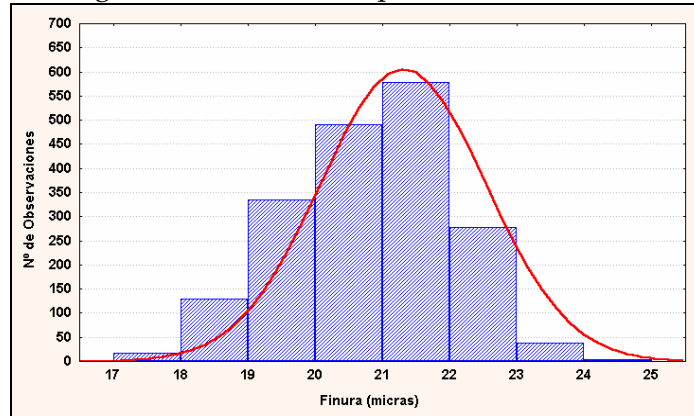
Al realizar el estudio de este carácter hemos obtenido una media global de $21,31 \pm 0,028 \mu$, con un intervalo de variación de 7μ (máx. de 25μ y mín. de 18μ) y un coeficiente de variación del 5,79%.

El histograma de frecuencias obtenido de la variable finura (figura 19) se ajusta a una distribución normal, donde aproximadamente el 56% de la



población se encuentra con un diámetro de fibra entre 20 y 22 μ , estando un 31% en el rango de 21 a 22 μ . Es notorio que más del 90% de todas las observaciones estén entre 19 y 23 μ (Tipo I y II de la Clasificación española).

Figura 19: Histograma de frecuencias para el diámetro de fibra de la lana.



En la tabla 14 aparecen los estadísticos descriptivos para el diámetro de la fibra en función del tipo de animal. La media más alta la han obtenido los machos ($21,70 \pm 0,064 \mu$) frente a la media más baja de las borras ($21,23 \pm 0,034 \mu$). Por el contrario, son las hembras frente a los machos los que han presentado respectivamente mayor (7 μ) y menor (5 μ) intervalo de variación. Mediante la realización de una prueba Tukey de comparación de medias se vio que son significativas las diferencias entre machos y hembras. También se procedió al cálculo de las medias mínimo cuadráticas, con el fin de eliminar el efecto de factores ambientales, resultando similares a las medias reales. En el test de Tukey resultaron en este caso significativas las diferencias entre machos y borros con respecto a ovejas y borras.

Los coeficientes de variación en función del tipo oscilan entre 5,12% de los machos y el 6,75% de los borros, siendo significativa las diferencias entre ellos tras la realización de una prueba t de Student.

Tabla 14: Estadísticos descriptivos para el diámetro de la fibra de la lana en función del tipo de animal.

	MACHOS	MACHOS BORROS	HEMBRAS	HEMBRAS BORRAS
N	299	91	1328	151
Media $\pm e.t.$	$21,70 \pm 0,064^a$	$21,40 \pm 0,151^{ab}$	$21,23 \pm 0,034^b$	$21,22 \pm 0,102^{ab}$
Mínimo	19,00	18,00	18,00	18,00
Máximo	24,00	24,00	25,00	24,00
M.M.C.	$21,93^a$	$21,84^a$	$21,22^b$	$21,22^b$
C.V.(%) $\pm e.t.$	$5,12 \pm 0,017^a$	$6,75 \pm 0,074^b$	$5,76 \pm 0,004^c$	$5,92 \pm 0,039^d$



Tras la realización de un análisis de varianza multifactorial para determinar los factores que afectan a la variabilidad de la finura de la fibra, se ha visto que son la ganadería de nacimiento y el tipo los únicos factores significativos al 99,9% (tabla 15).

Al ser la ganadería de origen y el tipo animal (sexo y edad) los dos factores que han mostrado los mayores porcentajes en cuanto a los componentes de la varianza, con un 10,23% y un 7,19% respectivamente (tabla 15), en la figura 20 se ha representado, a través de diagramas de caja y patilla, las medias y sus desviaciones típicas en función del tipo y de la ganadería. Podemos observar que las ganaderías que han tenido medias más altas para el diámetro de fibra han sido MV (22,80 μ), DM (21,89 μ) y E (21,86 μ), frente a ZE (20,63 μ), AE (20,79 μ) y FJ (20,88 μ) que son las de menor media, existiendo una diferencia de 1,92 μ entre ambos extremos.

Tabla 15: Nivel de significación y componentes de la varianza de los distintos factores que condicionan el diámetro de fibra de la lana, en el ANOVA Multifactorial.

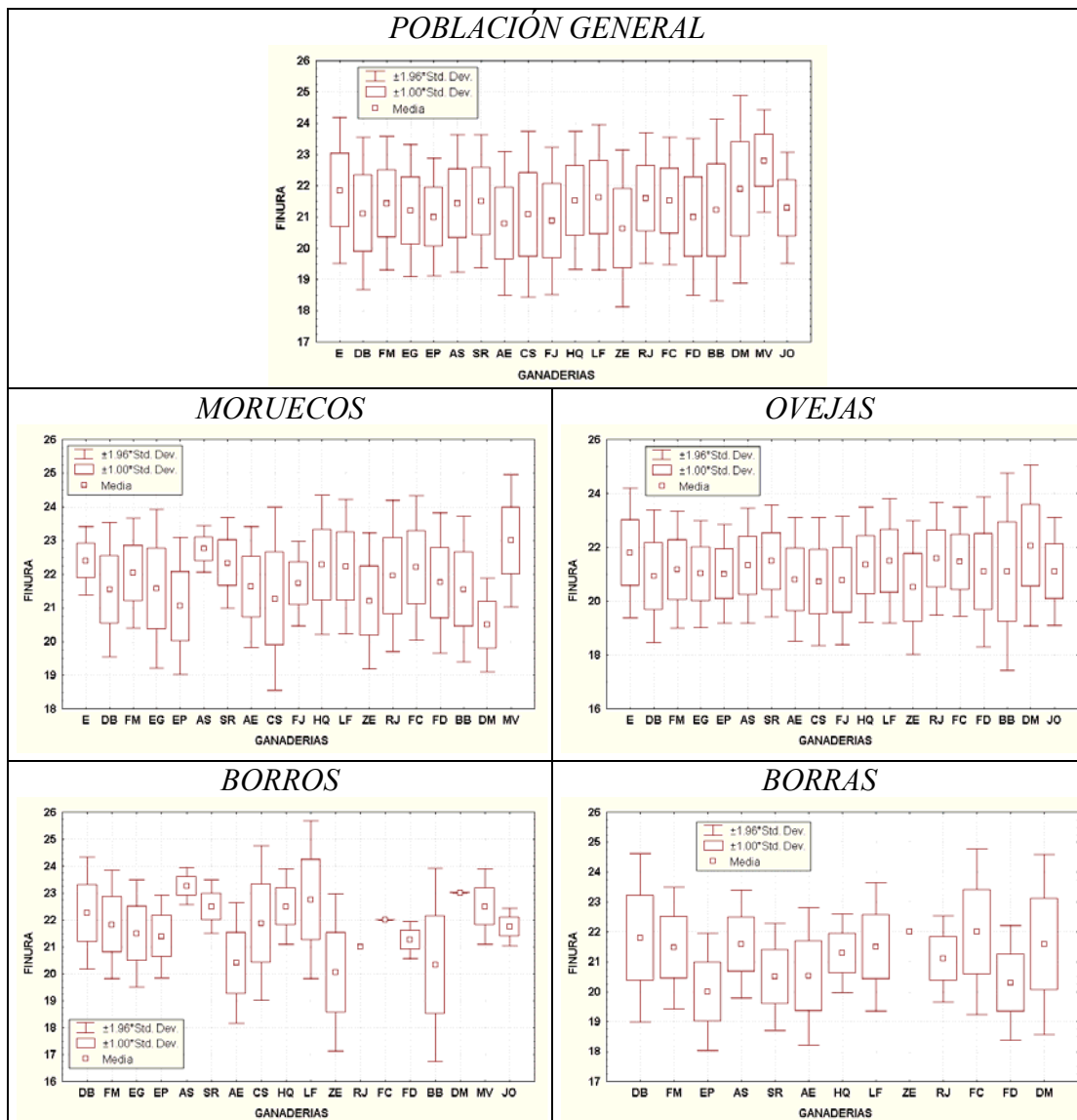
FACTORES	ANOVA multifactorial		Componentes de la varianza
	F	Pr > F	
<i>Tipo</i>	16,66	0,0001 ***	7,19%
<i>Ganadería</i>	8,31	0,0001 ***	10,23%
<i>Tipo de parto</i>	1,76	0,1851 n.s.	0,14%
<i>Año</i>	1,76	0,0724 n.s.	0,54%

Cuando se realiza este mismo análisis en función del tipo, observamos que las medias más altas las han obtenido la ganadería MV en moruecos, la DM en ovejas, la AS en borros y la FC en borras, mientras que los valores más bajos se encuentran en las ganaderías DM, ZE, ZE y EP respectivamente para moruecos, ovejas, borros y borras.

La amplitud de las cajas y patillas representadas en la figura 20, nos marca los límites de confianza. Observamos que en la población general son las ganaderías DB, CS, ZE, BB y DM las que han presentado mayor variación, siendo para los moruecos la CS y EG, para los borros la BB y para las borras la DM, DB y FC. En el caso de las ovejas todas las ganaderías han presentado rangos similares, destacando la BB.



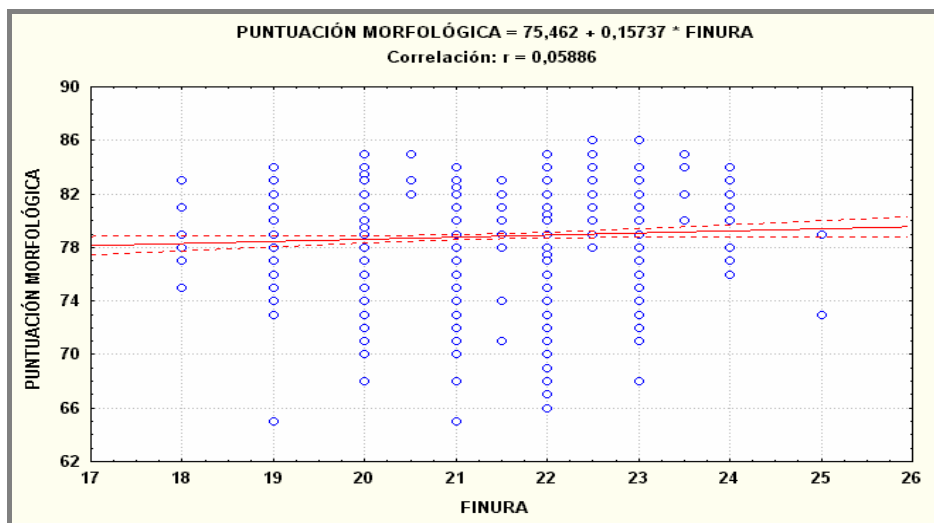
Figura 20: Diámetro de fibra de la lana en función del tipo y de la ganadería



Por último, se ha calculado la recta de regresión entre la puntuación morfológica y el diámetro de la fibra (figura 21). La pendiente de la recta ha sido positiva (+0,15737), lo cual indica que incrementos de 10 μ en cuanto al diámetro de la fibra provocan un incremento de 1,5 puntos en la calificación final. Mediante una prueba F se demostró que la correlación entre estos dos parámetros era significativa al 95%.



Figura 21. Recta de regresión lineal entre la puntuación morfológica y el diámetro de la fibra

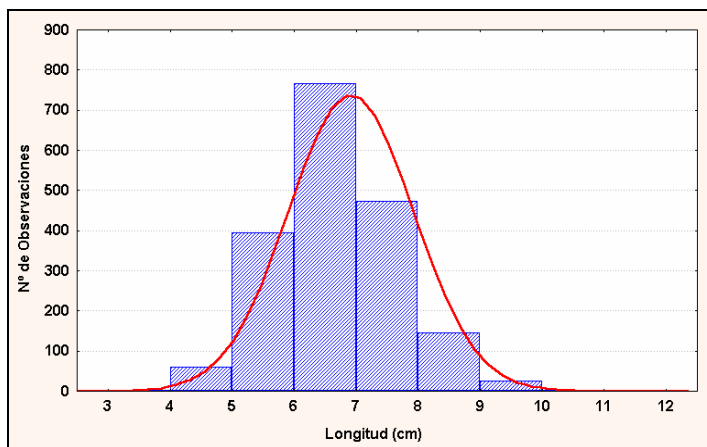


LONGITUD DE LA FIBRA

La media global para la variable longitud de la fibra ha sido de $6,92 \pm 0,023$ cm., con un intervalo de variación de 7,7 cm. (máx. de 12 cm. y mín. de 4,3 cm.) y un coeficiente de variación del 14,59%.

El histograma de frecuencias de la variable longitud (figura 22) se ajusta a una distribución normal, donde aproximadamente el 87% de la población se encuentra con una longitud de la fibra comprendida entre 5 y 8 cm., estando un 41% en el rango de 6 a 7 cm.

Figura 22: Histograma de frecuencias para la longitud de la fibra





Los estadísticos descriptivos para la longitud de la fibra en función del tipo de animal aparecen en la tabla 16. La media más alta la han obtenido los borras ($7,06 \pm 0,078$ cm) frente a la media más baja de los borros ($6,89 \pm 0,101$ cm). Por el contrario, son los machos y los borros los que han presentado respectivamente mayor ($7,7$ cm) y menor ($4,0$ cm) intervalo de variación. Mediante la realización de una prueba Tukey de comparación de medias se vio que no existían diferencias significativas para el tipo. También se procedió al cálculo de las medias mínimo cuadráticas, resultando valores ligeramente superiores (tabla 17), no existiendo tampoco diferencias significativas para el tipo.

Tabla 16: Estadísticos descriptivos para la longitud de la fibra de la lana en función del tipo de animal

	MACHOS	MACHOS BORROS	HEMBRAS	HEMBRAS BORRAS
N	299	91	1328	151
Media\pme.t.	$6,97 \pm 0,063^a$	$6,89 \pm 0,101^a$	$6,90 \pm 0,027^a$	$7,06 \pm 0,078^a$
Mínimo	4,30	5,00	4,30	4,50
Máximo	12,00	9,00	11,10	10,00
M.M.C.	$7,15^a$	$7,03^a$	$7,03^a$	$7,16^a$
C.V.(%)\pme.t	$15,70 \pm 0,053^a$	$14,02 \pm 0,154^b$	$14,48 \pm 0,011^c$	$13,52 \pm 0,090^d$

Los coeficientes de variación en función del tipo oscilan entre 13,53% de las borras y el 15,70% de los machos, siendo significativa las diferencias entre ellos tras la realización de una prueba t de Student.

Después de realizar un análisis de varianza multifactorial para determinar los factores que afectan a la variabilidad de la longitud del vellón, se ha visto que es la ganadería de nacimiento el único factor significativo al 99,9% (tabla 17), representando el 10,21% de la varianza total.

Tabla 17: Nivel de significación y componentes de la varianza de los distintos factores que condicionan la longitud del vellón, en el ANOVA Multifactorial

FACTORES	ANOVA multifactorial		Componentes de la Varianza
	F	Pr > F	
<i>Tipo</i>	0,93	0,4252 n.s.	0,46%
<i>Ganadería</i>	8,18	0,0001 ***	10,21%
<i>Tipo de parto</i>	1,81	0,1785 n.s.	0,32%
<i>Año</i>	1,39	0,1884 n.s.	0,22%

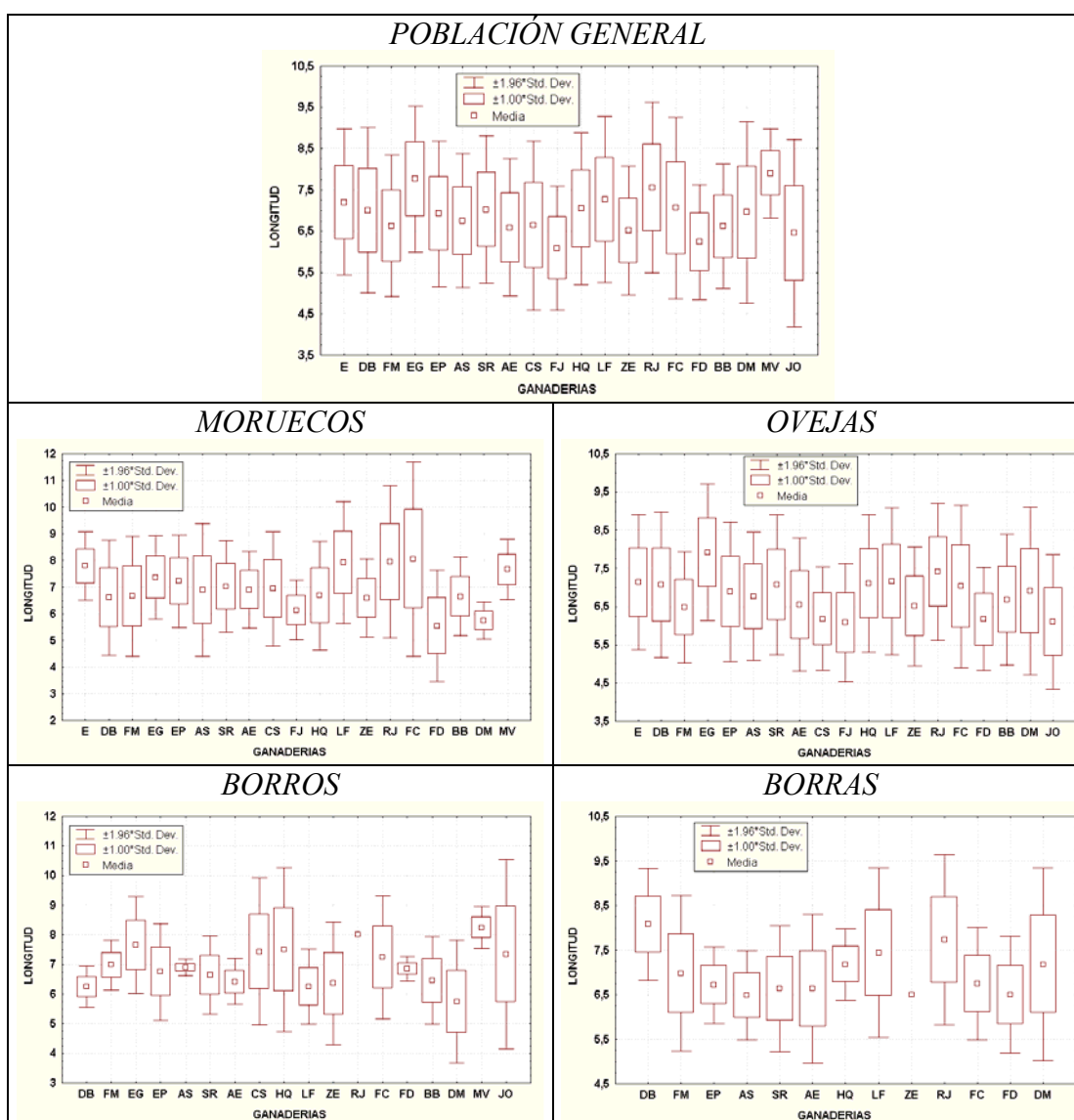
En la figura 23 se ha representado, a través de diagramas de caja y patilla, las medias y los límites de confianza en función del tipo y de la ganadería. Podemos observar que las ganaderías que han tenido medias más altas para la longitud de la



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL

fibra han sido MV (7,90 cm.), EG (7,76 cm.) y RJ (7,56 cm.), frente a FJ (6,09 cm.), FD (6,24 cm.) y JO (6,46 cm.) que son las de menor media, existiendo una diferencia de 1,81 cm. entre ambos extremos. Cuando se realiza este mismo análisis en función del tipo, observamos que las medias más altas las han obtenido la ganadería FC en moruecos, la EG en ovejas, la MV en borros y la DB en borras, mientras que los valores más bajos se encuentran en las ganaderías FD, FJ, DM y FD respectivamente para moruecos, ovejas, borros y borras.

Figura 23: Longitud de la fibra en función del tipo y de la ganadería



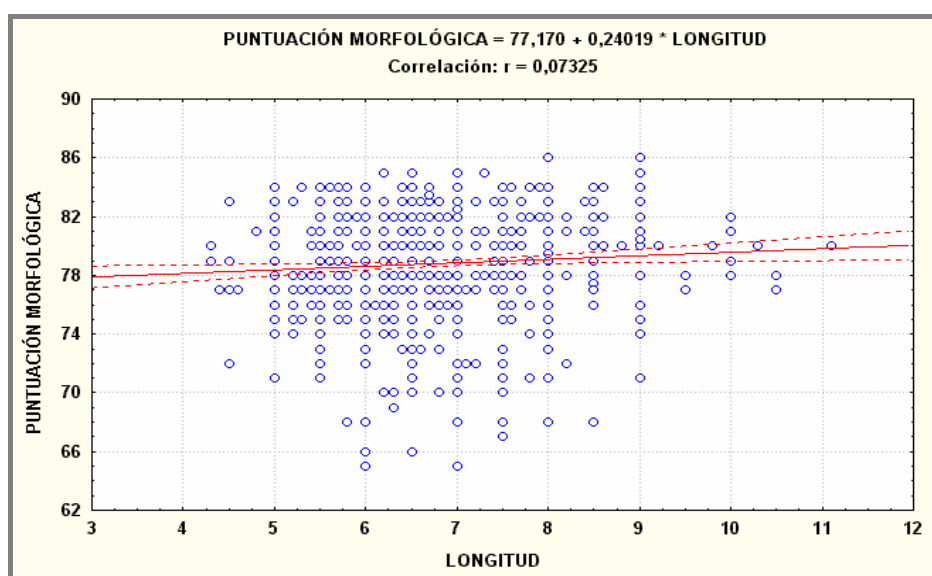
El rango de variación que nos marca la desviación típica nos viene dado por la amplitud de las cajas y patillas representadas en la figura 23. Observamos que en la población general son las ganaderías DB, CS, LF, RJ, FC, DM y JO las que han presentado mayor variación, siendo para los



moruecos la FC, para los borros la JO y HQ, para las borras la DM, RJ y LF. En el caso de las ovejas todas las ganaderías han presentado rangos similares.

Por último, se ha calculado la recta de regresión entre la puntuación morfológica y la longitud de la fibra (figura 24). La pendiente de la recta ha sido positiva (+0,24019), lo cual indica que incrementos de 10 cm en cuanto a la longitud de la fibra provocan un incremento de 2,4 puntos en la calificación final. Mediante una prueba F se demostró que la correlación entre estos dos parámetros era significativa al 95%.

Figura 24. Recta de regresión lineal entre la puntuación morfológica y la longitud de la fibra.



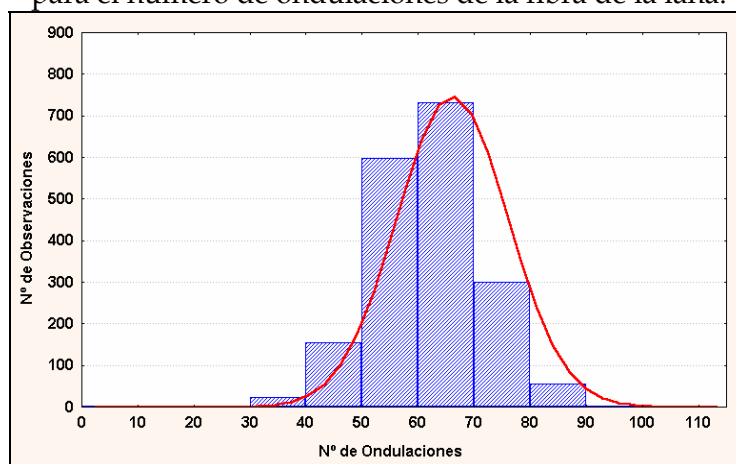
NÚMERO DE ONDULACIONES DEL VELLÓN

La media global obtenida para la variable número de ondulaciones por decímetro de la fibra de lana ha sido de $66,19 \pm 0,23$ ondas/dm, con un intervalo de variación de 70 ondulaciones (máx. de 110 ondulaciones y mín. de 40 ondulaciones) y un coeficiente de variación del 15,08%.

El histograma de frecuencias de la variable número de ondulaciones (figura 25) se ajusta a una distribución normal, donde aproximadamente el 72% de la población se encuentra entre 50 y 70 ondulaciones, estando la máxima frecuencia entre 60 y 70 ondulaciones.



Figura 25. Histograma de frecuencias para el número de ondulaciones de la fibra de la lana.



En la tabla 18 se recogen los estadísticos descriptivos para el número de ondulaciones/dm en función del tipo de animal. La media más alta la han obtenido las borras ($68,50 \pm 0,80$ ondulaciones) frente a la media más baja de los machos ($63,37 \pm 0,549$ ondulaciones). Son las hembras frente a los borros y borras los que han presentado respectivamente mayor (70 ondulaciones) y menor (50 ondulaciones) intervalo de variación. Mediante la realización de una prueba Tukey de comparación de medias se vio que son significativas las diferencias entre machos con respecto a las borras. También se procedió al cálculo de las medias mínimo cuadráticas, resultando similares a las medias reales. En el test de Tukey resultaron en este caso significativas las diferencias entre machos y borros con respecto a las borras.

Los coeficientes de variación en función del tipo oscilan entre 14,32% de las borras y el 16,14% de los borros, siendo significativa las diferencias entre ellos tras la realización de una prueba t de Student.

Tabla 18: Estadísticos descriptivos para el número de ondulaciones de la lana en función del tipo de animal

	MACHOS	MACHOS BORROS	HEMRAS	HEMRAS BORRAS
N	299	91	1328	150
Media\pme.t.	$63,37 \pm 0,549^b$	$66,59 \pm 1,127^{ab}$	$66,58 \pm 0,269^{ab}$	$68,50 \pm 0,801^a$
Mínimo	30,00	40,00	40,00	40,00
Máximo	90,00	90,00	110,00	90,00
M.M.C.	$62,05^a$	$65,29^a$	$66,36^{ab}$	$68,75^b$
C.V.(%)\pme.t	$14,97 \pm 0,050^a$	$16,14 \pm 0,177^b$	$14,72 \pm 0,011^c$	$14,32 \pm 0,095^d$

Después de realizar un análisis de varianza multifactorial para determinar los factores que afectan a la variabilidad del número de



ondulaciones de la fibra, se ha visto que es la ganadería de nacimiento junto con el tipo animal los únicos factores significativos al 99,9% (tabla 19), contribuyendo respectivamente con un 10,02% y un 4,81% en la varianza total.

Tabla 19: Nivel de significación y componentes de la varianza de los distintos factores que condicionan la finura de la lana, en el ANOVA Multifactorial

FACTORES	ANOVA multifactorial		Componentes de la Varianza
	F	Pr > F	
<i>Tipo</i>	10,20	0,0001 ***	4,81%
<i>Ganadería</i>	8,94	0,0001 ***	10,02%
<i>Tipo de parto</i>	1,41	0,2348 n.s.	0,12%
<i>Año</i>	1,52	0,1341 n.s.	0,43%

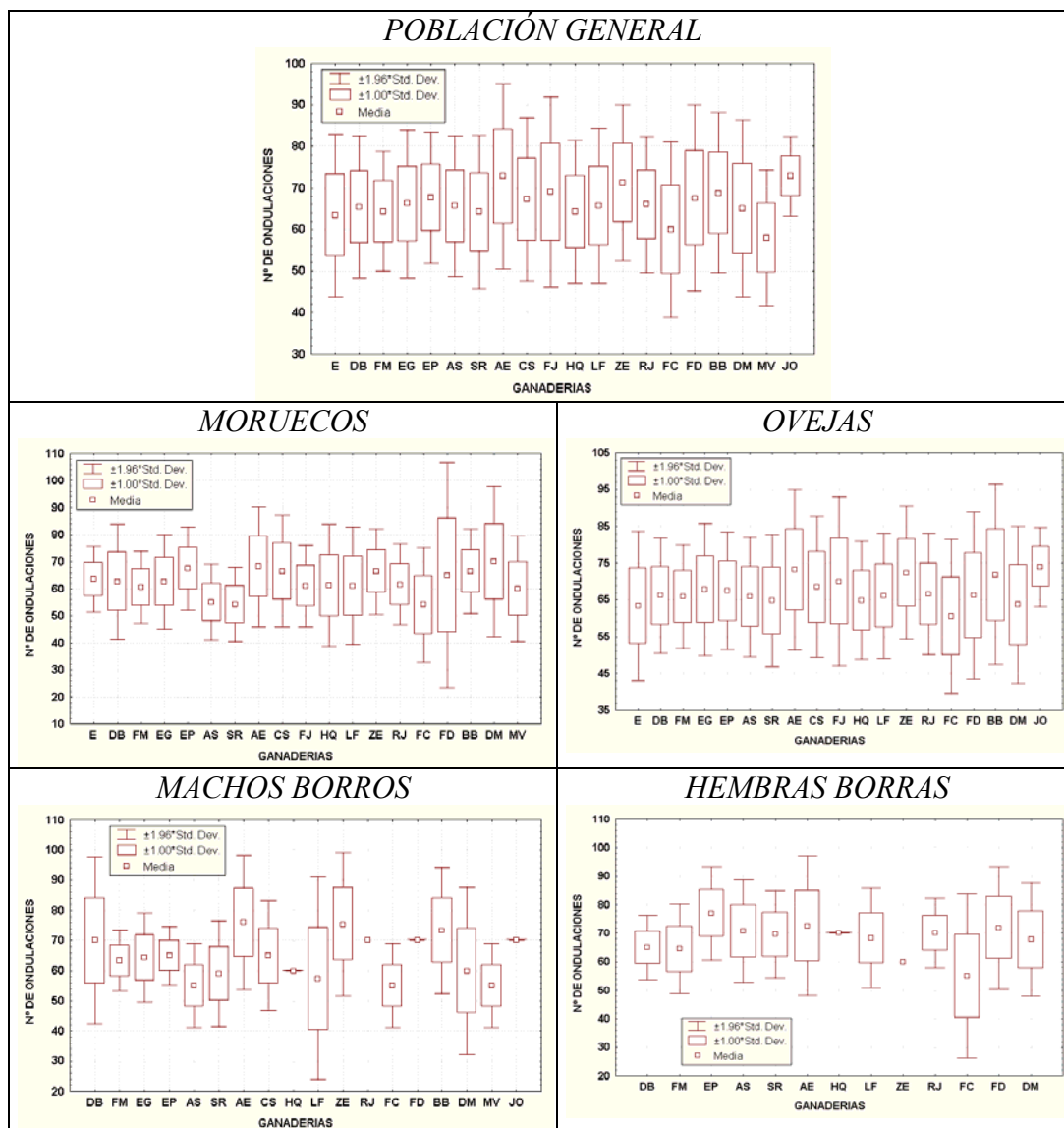
A través de diagramas de caja y patilla, se ha representado en la figura 26, las medias y sus desviaciones típicas en función del tipo y de la ganadería. Podemos observar que las ganaderías que han tenido medias más altas para el número de ondulaciones han sido JO (72,86 ondulaciones), AE (72,81 ondulaciones) y ZE (71,26 ondulaciones), frente a MV (58,00 ondulaciones), FC (60,00 ondulaciones) y E (63,41 ondulaciones) que son las de menor media, existiendo una diferencia de 9,45 ondulaciones entre ambos extremos. Cuando se realiza este mismo análisis en función del tipo, observamos que las medias más altas las han obtenido la ganadería DM y AE en moruecos, la JO y AE en ovejas, la AE en borros y la EP en borras, mientras que los valores más bajos se encuentran en las ganaderías FC, FC, AS y FC respectivamente para moruecos, ovejas, borros y borras.

Observamos, en función de los límites de confianza de la media que nos marcan la amplitud de las cajas y patillas representadas en la figura 26, que en la población general son las ganaderías AE, FJ, FC, FD y DM las que han presentado mayor margen, siendo para los moruecos la FD, para los borros la LF y DM, para las borras la FC y AE. En el caso de las ovejas todas las ganaderías han presentado rangos similares aunque podríamos destacar las AE, FJ, FD y BB.

En este carácter no ha resultado significativa la regresión entre la puntuación morfológica y el número de ondulaciones/dm de la fibra.



Figura 26: Número de ondulaciones de la fibra en función del tipo y de la ganadería



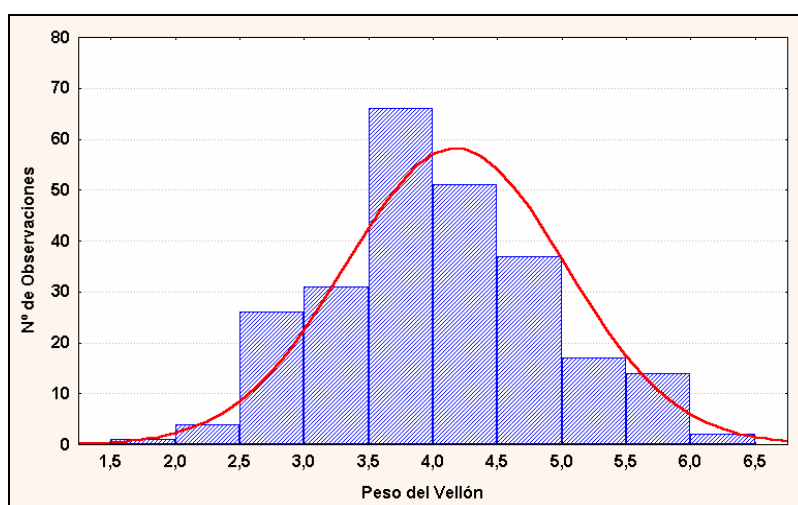
PESO DEL VELLÓN

La media global para la variable peso del vellón ha sido de $4,18 \pm 0,054$ kilogramos, con un intervalo de variación de 4,20 kg. (máx. de 6,20 kg. y mín. de 2,00 kg.) y un coeficiente de variación del 20,41%.

El histograma de frecuencias de la variable peso del vellón (figura 27) se ajusta a una distribución normal, donde aproximadamente el 99% de la población se encuentra entre 2,8 y 6 kg. de peso del vellón, estando la máxima frecuencia entre 3,5 y 4,5 kg. de peso del vellón, lo cual representa el 47% de las observaciones. La frecuencia máxima la encontramos entre 3,5 y 4 kg. de peso.



Figura 27: Histograma de frecuencias para el peso del vellón



En función del tipo de animal, se han expresado en la tabla 19, los estadísticos descriptivos para el peso del vellón. La media más alta la han obtenido los machos borros ($4,51 \pm 0,129$ kg.) frente a la media más baja de las hembras ($3,73 \pm 0,105$ kg.). También se observa que son los machos frente a las hembras y borras los que han presentado respectivamente mayor (3,6 kg.) y menor (3,2 kg.) intervalo de variación. Mediante la realización de una prueba Tukey de comparación de medias se vio que son significativas las diferencias entre machos y borros con respecto a ovejas y borras. También se procedió al cálculo de las medias mínimo cuadráticas, resultando similares a las medias reales. El test de Tukey mostró los mismos resultados que en la comparación de medias reales.

Tras la realización de una prueba t de Student (tabla 20), han resultado significativas las diferencias entre los coeficientes de variación de los machos y los borros con las ovejas y borras. Los coeficientes de variación en función del tipo oscilan entre 21,01% de las hembras y el 16,20% de los machos.

Tabla 20: Estadísticos descriptivos para el peso del vellón en función del tipo de animal.

	MACHOS	MACHOS BORROS	HEMBRAS	HEMBRAS BORRAS
N	99	49	56	45
Media\pme.t.	$4,42 \pm 0,075^a$	$4,51 \pm 0,129^a$	$3,73 \pm 0,105^b$	$3,85 \pm 0,112^b$
Mínimo	2,60	2,60	2,00	2,40
Máximo	6,20	6,00	5,20	5,60
M.M.C.	$4,79^a$	$4,40^a$	$3,55^b$	$3,27^b$
C.V.(%)\pme.t	$16,99 \pm 0,172^a$	$19,96 \pm 0,407^b$	$20,98 \pm 0,375^{ab}$	$19,58 \pm 0,435^{ab}$



A través de un análisis de varianza multifactorial para determinar los factores que afectan a la variabilidad del peso del vellón, concluimos que son la ganadería de origen y el tipo de los animales los dos factores significativos al 99,9% (tabla 21), contribuyendo a la varianza total con un 35,31% y un 38,25% respectivamente.

Tabla 21: Nivel de significación y componentes de la varianza de los distintos factores que condicionan la finura de la lana, en el ANOVA Multifactorial

FACTORES	ANOVA multifactorial		Componentes de la Varianza
	F	Pr > F	
<i>Tipo</i>	33,15	0,0001 ***	38,25%
<i>Ganadería</i>	18,19	0,0001 ***	35,31%
<i>Tipo de parto</i>	1,45	0,2296 n.s.	0%
<i>Año</i>	0,77	0,6104 n.s.	0%

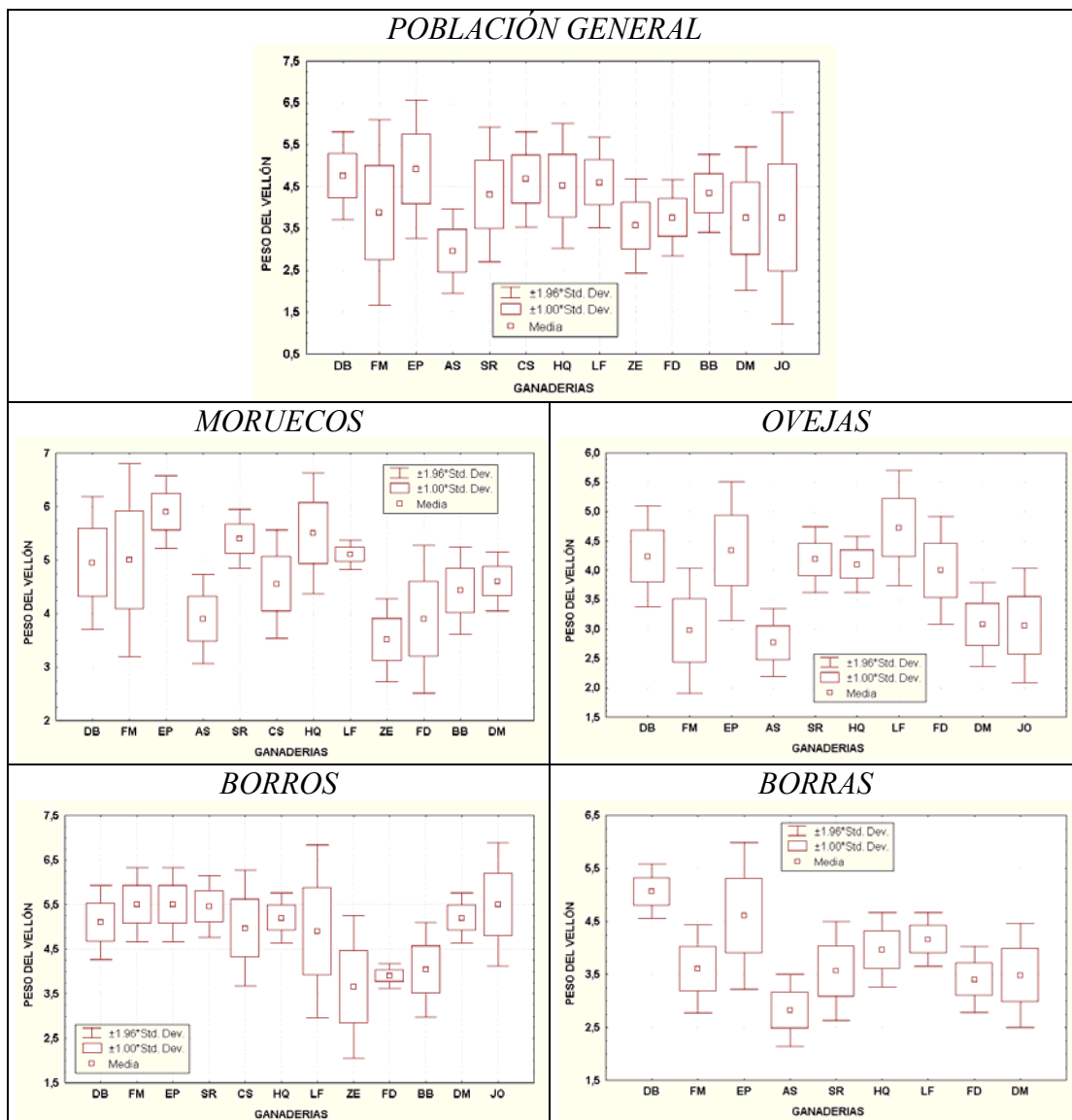
En la figura 28 se ha representado, a través de diagramas de caja y patilla, las medias y sus límites de confianza en función del tipo y de la ganadería. Podemos observar que las ganaderías que han tenido medias más altas para el peso del vellón han sido EP (4,92 kg.), DB (4,76 kg.) y CS (4,68 kg.), frente a AS (2,96 kg.), ZE (3,56 kg.) y DM (3,74 kg.) que son las de menor media, existiendo una diferencia de 1,96 kg. entre ambos extremos. Cuando se realiza este mismo análisis en función del tipo, observamos que las medias más altas las han obtenido la ganadería EP en moruecos, la LF en ovejas, la FM, EP, SR y JO en borros y la DB en borras, mientras que los valores más bajos se encuentran en las ganaderías ZE, AS, ZE y AS respectivamente para moruecos, ovejas, borros y borras.

El rango de variación que nos marcan los límites de confianza nos viene dado por la amplitud de las cajas y patillas representadas en la figura 28. Observamos que en la población general son las ganaderías FM, EP, SR y JO las que han presentado mayor variación, siendo para los moruecos la FM, para las ovejas la FM, EP, LF y JO, para los borros la LF, ZE y JO, y para las borras la EP.

En este carácter no ha resultado significativa la regresión entre la puntuación morfológica y el peso del vellón.



Figura 28: Peso del vellón en función del tipo y de la ganadería





PARÁMETROS GENÉTICOS

En la tabla 22 y 23 se muestran los resultados obtenidos para las varianzas genéticas (aditiva y residual) y para los parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones) de las características laneras del Merino Autóctono Español objeto de estudio. Las heredabilidades obtenidas reflejan valores medios-bajos ($h^2_{finura} = 0,081 \pm 0,049$; $h^2_{longitud} = 0,218 \pm 0,060$; $h^2_{ondas} = 0,106 \pm 0,050$; $h^2_{peso_vellón_sucio} = 0,132 \pm 0,118$).

Tabla 22: N° de animales, varianzas genéticas y heredabilidades

	Nº animales	Varianza G. Aditiva	Varianza G. Residual	h ²	Error típico
Diámetro	1827	0,110	1,250	0,081	0,049
Longitud	1827	0,210	0,752	0,218	0,060
Ondulaciones	1827	9,093	76,926	0,106	0,050
Peso Vellón	249	0,041	0,267	0,132	0,118

Tabla 23: Heredabilidades (diagonal), correlaciones genotípicas (sobre la diagonal) y correlaciones fenotípicas (bajo la diagonal) de los caracteres laneros estudiados

	DIÁMETRO	LONGITUD	ONDULACIÓN	PESO VELLÓN
DIÁMETRO	0,081±0,049	0,184±0,023	-0,566±0,254	-0,063±0,001
LONGITUD	0,748±0,222	0,218±0,060	-0,630±0,159	0,012±0,042
ONDULACIÓN	-0,775±0,015	-0,222±0,023	0,106±0,050	0,485±0,005
PESO VELLÓN	0,298±0,060	0,257±0,061	-0,274±0,062	0,132±0,118

Las correlaciones fenotípicas (tabla 21) entre las características que definen la calidad lanera y que han resultado estadísticamente significativas han sido entre finura-ondulaciones (-0,78), diámetro de la fibra-peso del vellón (0,30), ondulaciones-peso del vellón (-0,27) y entre longitud-peso del vellón (0,27).

Las correlaciones genéticas positivas más significativas se han dado entre el diámetro con la longitud (0,75) y entre el peso del vellón sucio con el número de ondulaciones (0,49). Y las correlaciones genéticas negativas más significativas se han dado entre las ondulaciones con la longitud (-0,63) y con el diámetro de la fibra (-0,57).



SIMULACIÓN GENÉTICA

Para llevar a cabo una simulación informática acerca del progreso genético en los caracteres laneros, según las condiciones de mayor interés, se va a seguir el siguiente esquema de trabajo:

4. Simulación de las repercusiones que el actual esquema de selección del Merino Autóctono Español (en el cual sólo se considera el peso vivo del animal) puede tener sobre los caracteres laneros.
5. Simulación de los resultados de un programa de selección para caracteres laneros, bien para caracteres independientes, bien por una selección conjunta de caracteres.
6. Simulación de una posible situación real, en que se seleccione al Merino Autóctono por peso vivo del animal y los dos caracteres laneros más interesantes desde un punto de vista económico y de la industria lanera (diámetro y longitud de la fibra).

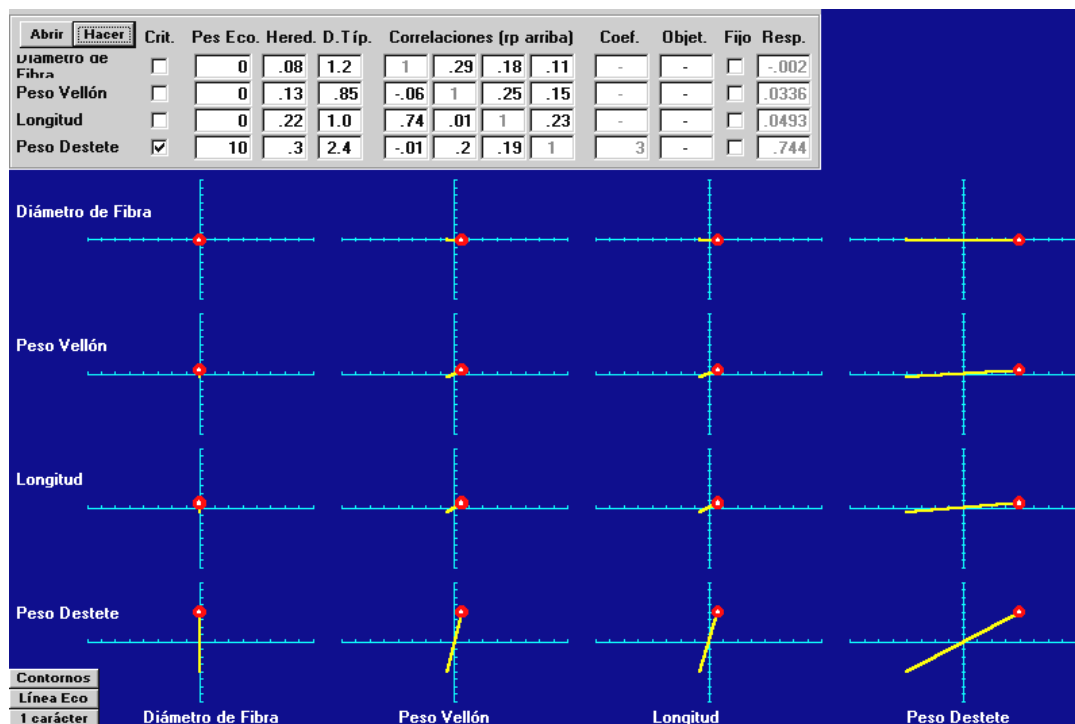
1.- Simulación de las repercusiones que el actual esquema de selección del Merino Autóctono Español puede tener sobre los caracteres laneros.

En primer lugar se ha simulado el efecto que está produciendo a más o menos largo plazo en la población de Merino Español, la selección que se está realizando actualmente para incremento del peso, sobre los caracteres laneros, estudiados en la presente Tesis Doctoral, teniendo en cuenta como parámetros los resultados obtenidos en los anteriores capítulos de esta tesis.

Observamos que la selección exclusiva por peso del animal vivo, va a tener una repercusión indirecta muy leve sobre los caracteres laneros., con una ligerísima reducción del diámetro de fibra en $-0,002$ micras, lo cual es positivo. También se obtiene un leve aumento del peso del vellón (de $0,0336$ kgs) y de la longitud de la fibra ($0,0493$ cm), lo cual significa no perder cualidades en ambos caracteres (figura 29).



Figura 29. Respuesta del programa *Objetivos*, para selección por peso vivo



2.- Simulación de los resultados de un programa de selección para caracteres laneros, bien por caracteres independientes, bien por una selección conjunta de caracteres.

En la presente simulación no se tiene en cuenta el peso vivo del animal, y se trabaja exclusivamente con los caracteres laneros, cuyos parámetros se han obtenido en la presente Tesis Doctoral.

2.1. Efecto de la selección genética para cada carácter lanero de forma independiente.

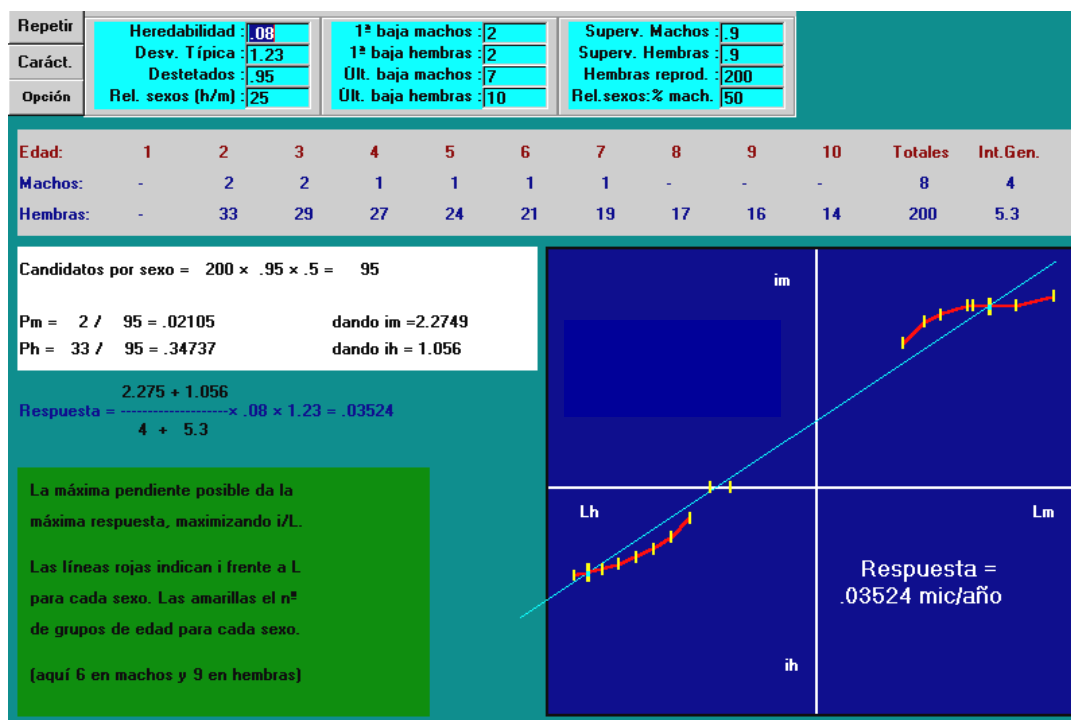
2.1.1. DIÁMETRO DE FIBRA

Iniciamos la simulación usando el módulo *Edades: estructura de edades para una respuesta máxima*, del programa Genup (figura 30). Este módulo calcula la respuesta por año de selección para un solo carácter. La respuesta va a venir dada por la estructura de edades de la población. Si en una población se mantienen los padres durante mucho tiempo, la intensidad de selección es más fuerte, lo que va a contribuir a que la respuesta a la selección sea mayor. Por otro lado, conlleva a que el intervalo generacional se incremente, originando una menor respuesta a la selección por año. Por tanto, el programa nos optimiza la edad de los padres con la que se consigue una



mejor respuesta a la selección. Hemos propuesto para definir la estructura de la población a 1 macho por cada 25 hembras.

Figura 30. Resultados del módulo *Edades* para diámetro de fibra



Las relaciones entre la intensidad de selección individual (i) para cada sexo (im para machos y ih para hembras) vienen representadas en la curva roja. En las ordenadas y en las abscisas se he representado la intensidad de selección por generación (L) en cada sexo. En estas relaciones va a influir los parámetros utilizados: Porcentaje de animales destetados (0,95); proporción machos/hembras (1 macho por cada 25 hembras) y supervivencia de la descendencia (0,9 para machos y hembras).

Las señales amarillas indican combinaciones de i/L para cada grupo de edades del rebaño. Las marcas en la abscisa corresponden a grupos de edades con un número escaso de efectivos. La marca verde, indica la respuesta alcanzada en función de la estructura de edades del rebaño. Si se maximiza esta indicación se consigue maximizar la respuesta.

La estructura de edades óptima que nos presenta el programa, teniendo en cuenta que el rango de edad para los machos oscila de 2 a 7 años y para las hembras de 2 a 10 años, viene determinada por la mayor frecuencia en animales jóvenes, puesto que de esta manera aunque la intensidad de la selección es mayor, el intervalo entre generaciones es menor.

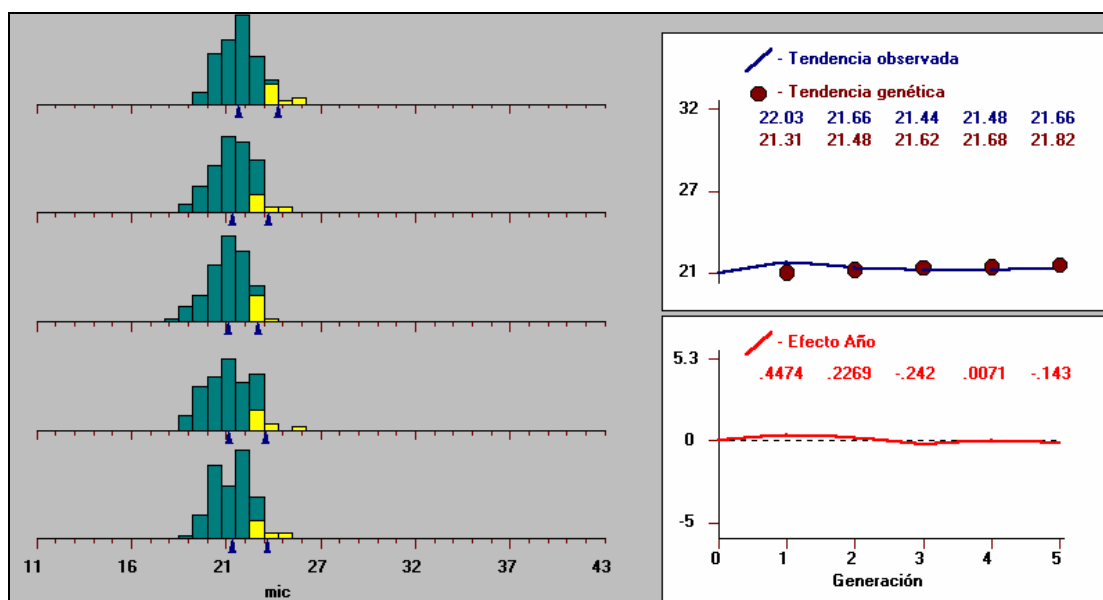


La respuesta esperada es de +0,035 micras, debido a que el módulo entiende la mejora genética de este carácter como aumento y no como disminución del mismo, entendiéndose por tanto, que se podría conseguir una respuesta de -0,035 micras/año.

A continuación, y como complemento de los resultados anteriores, usamos el *módulo SEL* para determinar la tendencia genética que experimentaría el diámetro de la fibra. El programa asume un cociente de acoplamiento de 1:1, otorgando iguales proporciones de selección a los dos sexos. Se representa en histogramas de frecuencias la distribución de todos los individuos de ambos sexos. Las barras amarillas indican los animales que se han seleccionado para criar y las señales azules indican los valores medios de todos los candidatos del grupo seleccionado (figura 31). En el “efecto año”, se ha incluido la variabilidad no genética que aportan las principales fuentes de variación ambiental analizadas en esta tesis (ganadería, tipo -edad y sexo-, año, tipo de parto)

La tendencia genética observada tiende a elevar ligeramente el diámetro, pero debemos indicar, tal y como lo hicimos anteriormente, que el módulo entiende la ganancia genética de este carácter como aumento de diámetro y no como disminución.

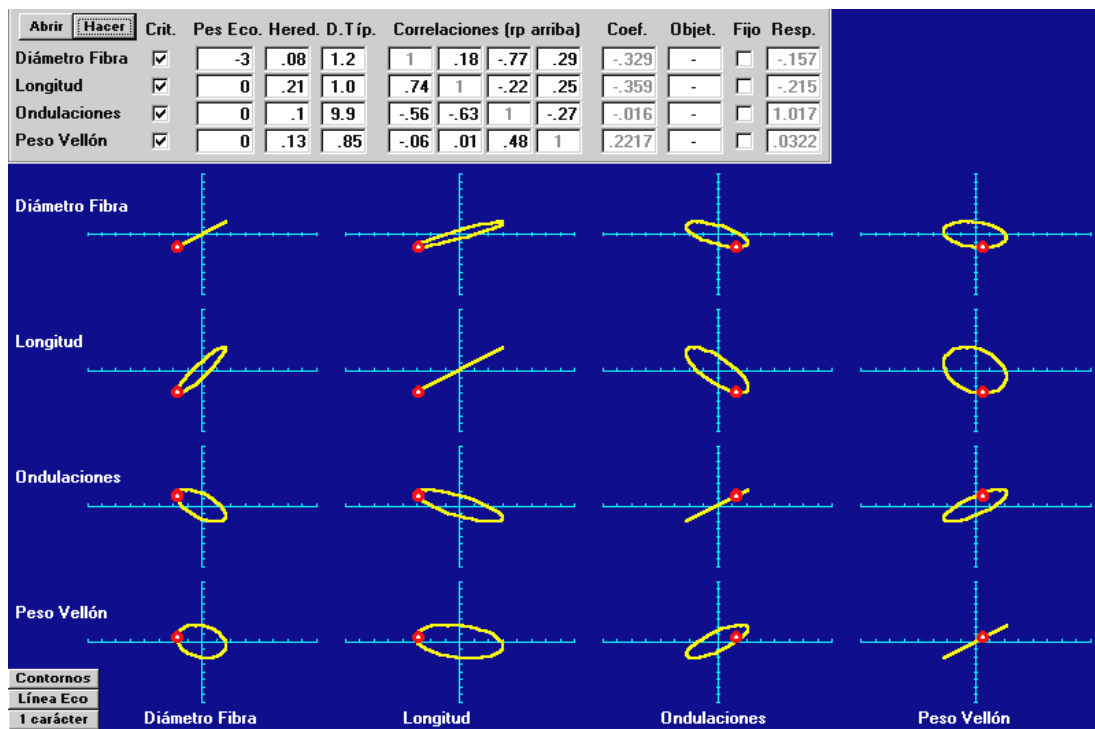
Figura 31. Resultados del módulo *SEL* para el diámetro de fibra



Finalmente, para completar el estudio de este carácter, vamos a simular una selección exclusivamente para mejorar diámetro de fibra y de esta forma podremos valorar la respuesta directa de la selección sobre este carácter y la respuesta indirecta sobre los otros caracteres laneros. Para llevar a cabo esta simulación se ha utilizado el módulo *Objetivos* (figura 32).



Figura 32. Resultados del módulo *Objetivos*, para la selección del diámetro de fibra



Como respuesta directa conseguimos disminuir el diámetro de fibra en - 0,157 micras y como respuesta indirecta sobre los otros caracteres laneros se produciría una disminución de la longitud (-0,215 cm), un aumento del número de ondulaciones (1,017 o/dm) y un leve aumento del peso del vellón (0,03 kg).

2.1.2. LONGITUD DE LA FIBRA

Mediante el módulo *edades* hemos obtenido una estructura poblacional similar a la obtenida para el diámetro de fibra y una respuesta esperada sobre la longitud positiva con ganancia de 0,0759 cm/año (figura 33).

A través del módulo *SEL*, se ha obtenido una tendencia genética, en 5 generaciones, de 1,017 cm de incremento de la longitud de la fibra. Por otro lado, en el histograma de la población observamos (desde la parte superior de la figura al borde inferior) como la media poblacional de los animales se va desplazando hacia valores más altos conforme discurren las generaciones (figura 34).



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL

Figura 33. Resultados del módulo *Edades* para la longitud de fibra.

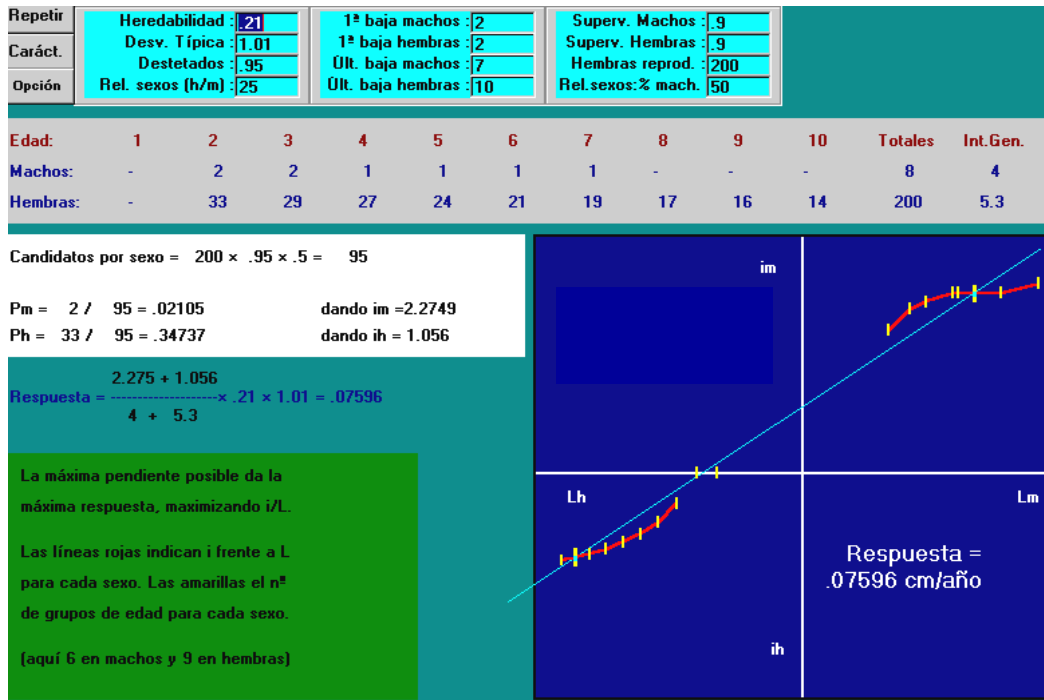
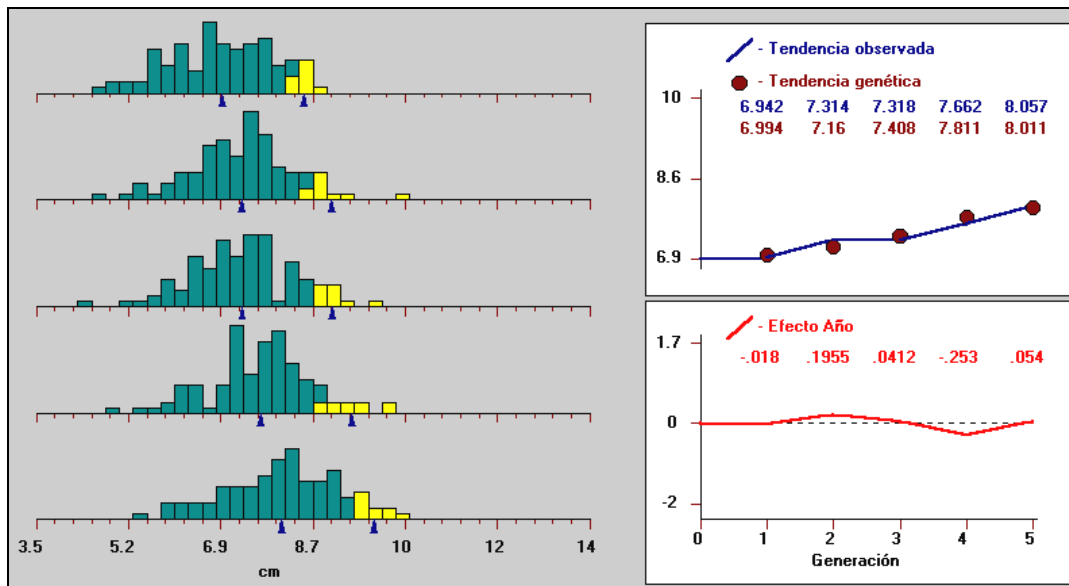


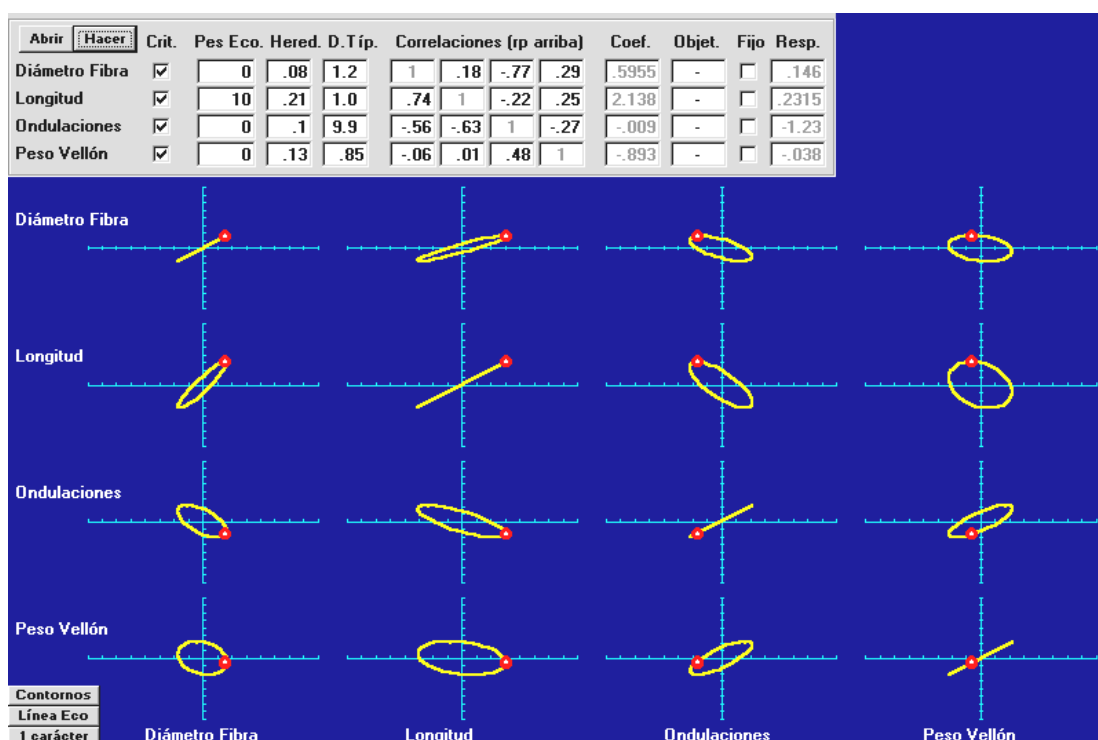
Figura 34. Resultados del módulo SEL para la longitud de la fibra



Con el módulo *Objetivos* se comprueba que la ganancia en longitud tiene una clara respuesta directa sobre este carácter (+0,231 cm), pero origina una respuesta indirecta negativa para el diámetro de la fibra (+0,146), para el número de ondulaciones (-1,23) y de manera muy leve negativa para el peso del vellón (-0,038) (figura 35).



Figura 35. Resultados del módulo *Objetivos*, para la longitud de fibra



2.1.3. NÚMERO DE ONDULACIONES DE LA FIBRA

Para este carácter los resultados obtenidos en la simulación genética se pueden observar en la figura 36.

Así con una estructura poblacional óptima similar a la obtenida en el caso de selección por diámetro de fibra y longitud de fibra, se obtiene una respuesta directa sobre el número de ondulaciones, con ganancia de 0,357 ondulaciones/decímetro/año (módulo *Edades*).

Los resultados del módulo *SEL* nos muestra una tendencia genética al alza, llegando a obtenerse 69,07 ondulaciones/dm, tras 5 generaciones (figura 37). Observamos que la estructura poblacional disminuye su dispersión y se desplazan ligeramente los valores medios hacia parámetros más elevados.



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL

Figura 36. Resultados del módulo *Edades* para las ondulaciones

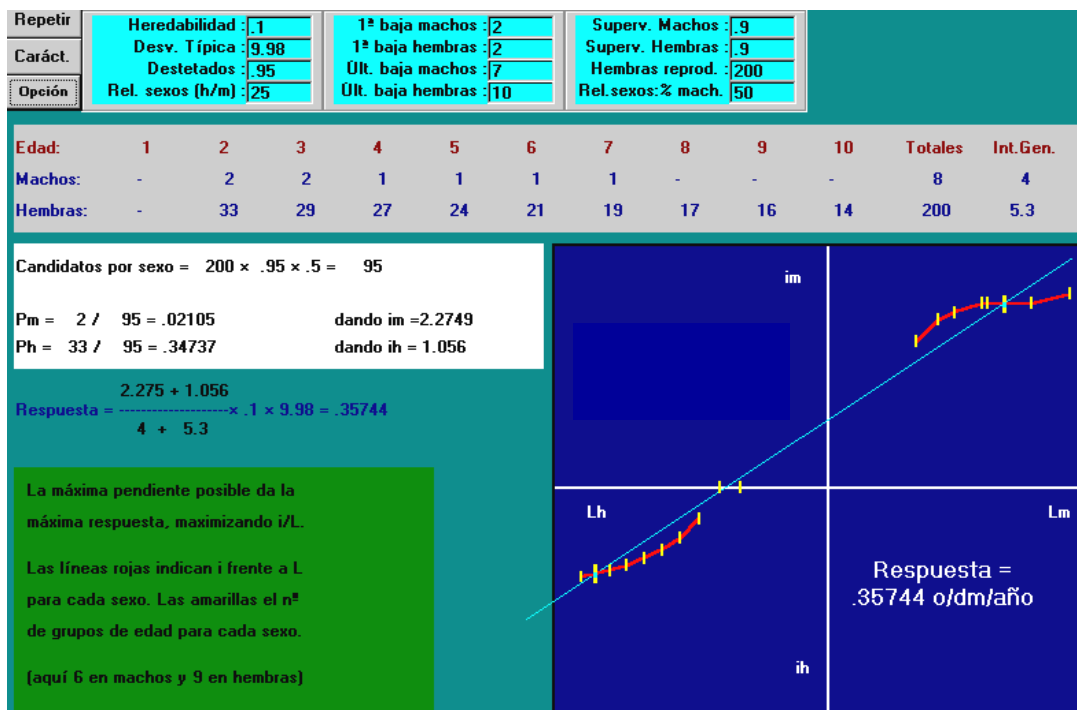
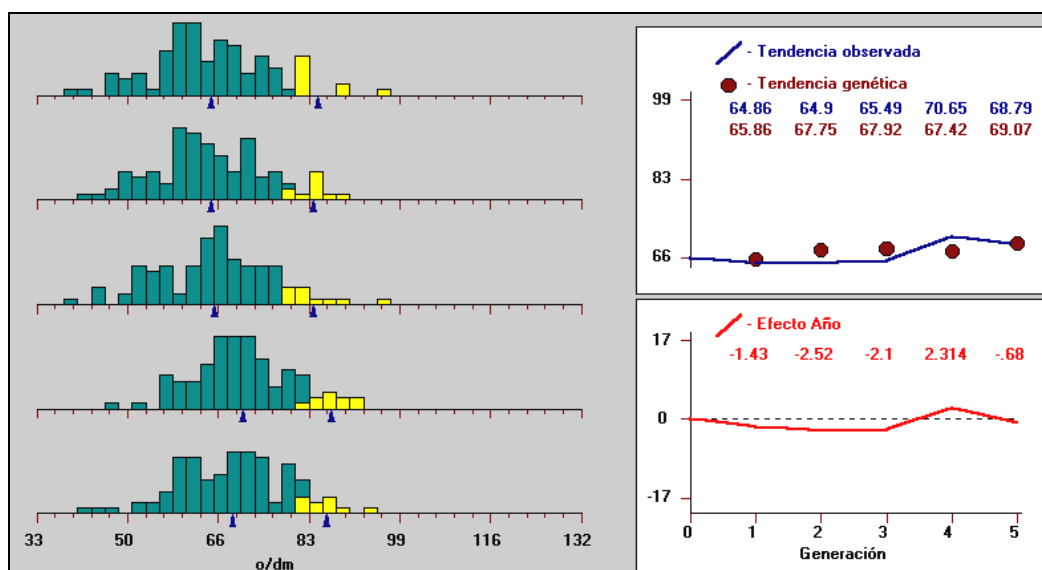


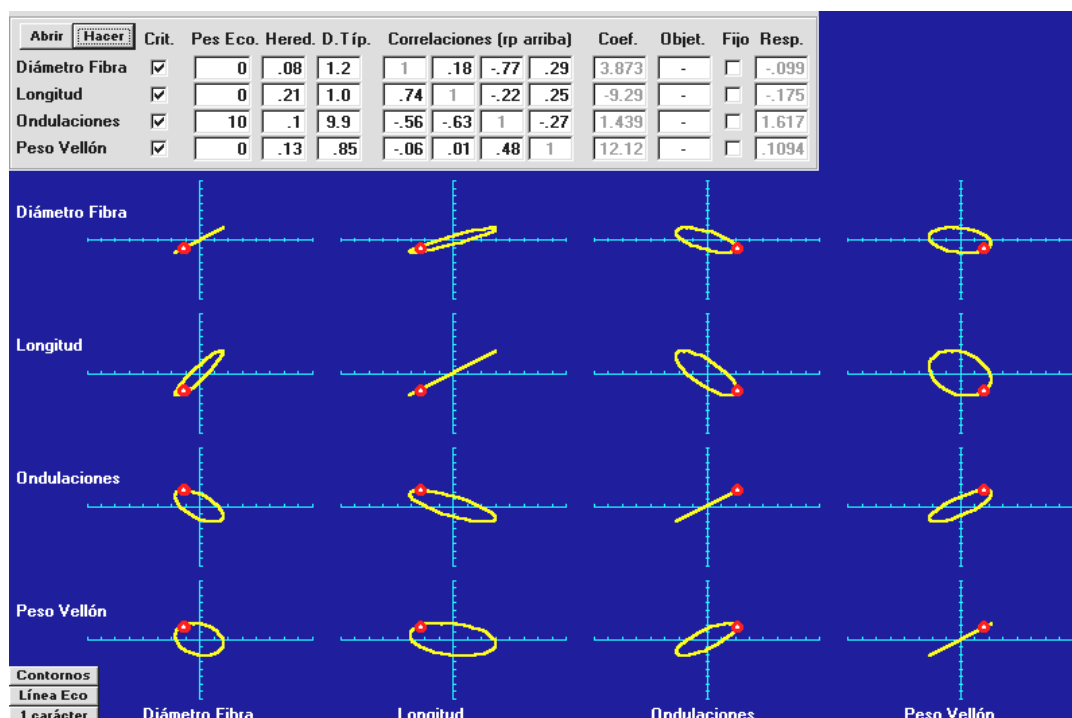
Figura 37. Resultados del módulo *SEL* para el número de ondulaciones



El módulo *Objetivos*, muestra que se podría producir una respuesta directa, en la ganancia del número de ondulaciones, de 1,617 ondulaciones/dm y que de manera indirecta se disminuirá ligeramente el diámetro de fibra, la longitud y se produciría un leve aumento del peso del vellón (figura 38).



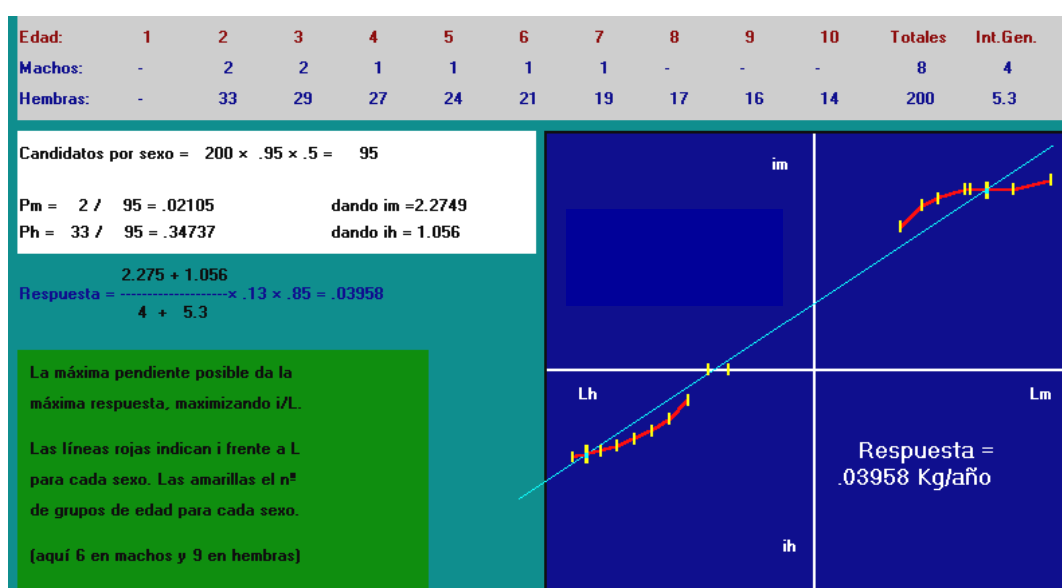
Figura 38. Resultados del módulo *Objetivos* para las ondulaciones



2.1.4. PESO DEL VELLÓN

En la figura que, para este carácter, nos muestra el módulo *Edades*, se observa una estructura poblacional óptima con predominio de los animales más jóvenes y una respuesta de ganancia en peso de 0,039 kg (Figura 39).

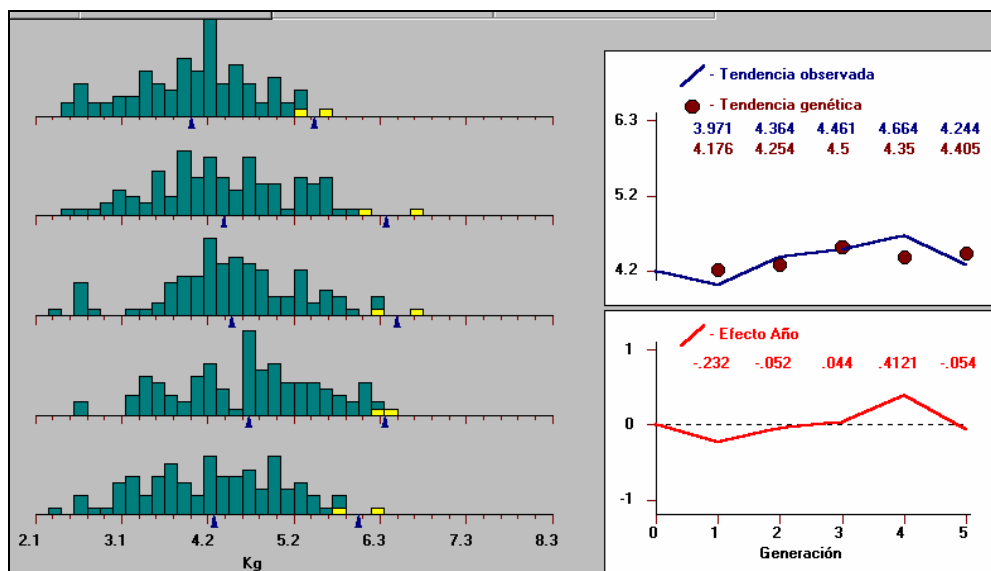
Figura 39. Resultados del módulo *Edades* para el peso del vellón





Con el módulo *SEL* obtenemos una ganancia en peso de vellón, tras 5 generaciones, de 0,276 kgs. Se observa como el efecto año es más importante que en los otros caracteres, probablemente debido al menor número de muestras con que se ha contado para la realización de las mediciones de este carácter (figura 40).

Figura 40. Resultados del módulo *SEL* para el peso del vellón.

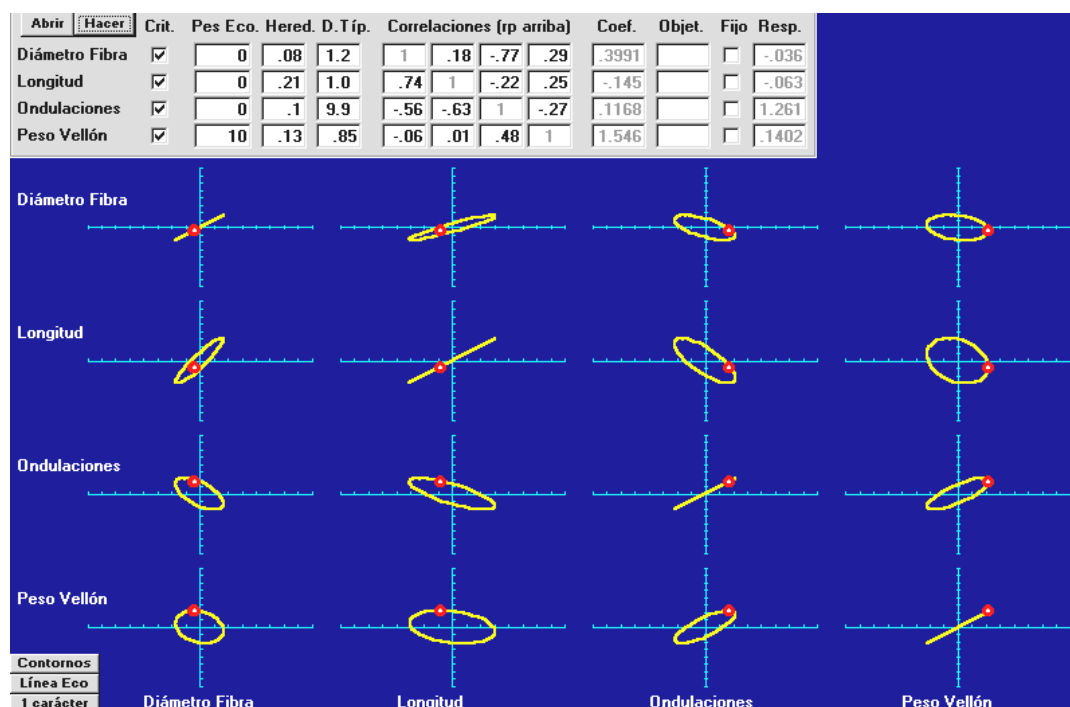


Es significativa también la estructura poblacional que nos propone este módulo, pues la tendencia es a concentrarse y no a un aumento claro de los promedios (figura 41). Esta menor dispersión de las medias poblacionales significa una mayor homogeneidad en el producto, calidad que es demandada por parte del sector industrial lanero.

La respuesta genética mostrada en el módulo *Objetivos* expresa una ganancia para el peso del vellón de 0,14 kg., y resulta llamativo que, de manera indirecta, no aumente el diámetro (-0,036) aunque sí disminuya la longitud (-0,063) (figura 41).



Figura 41. Resultados del módulo *Objetivos* para el peso del vellón.



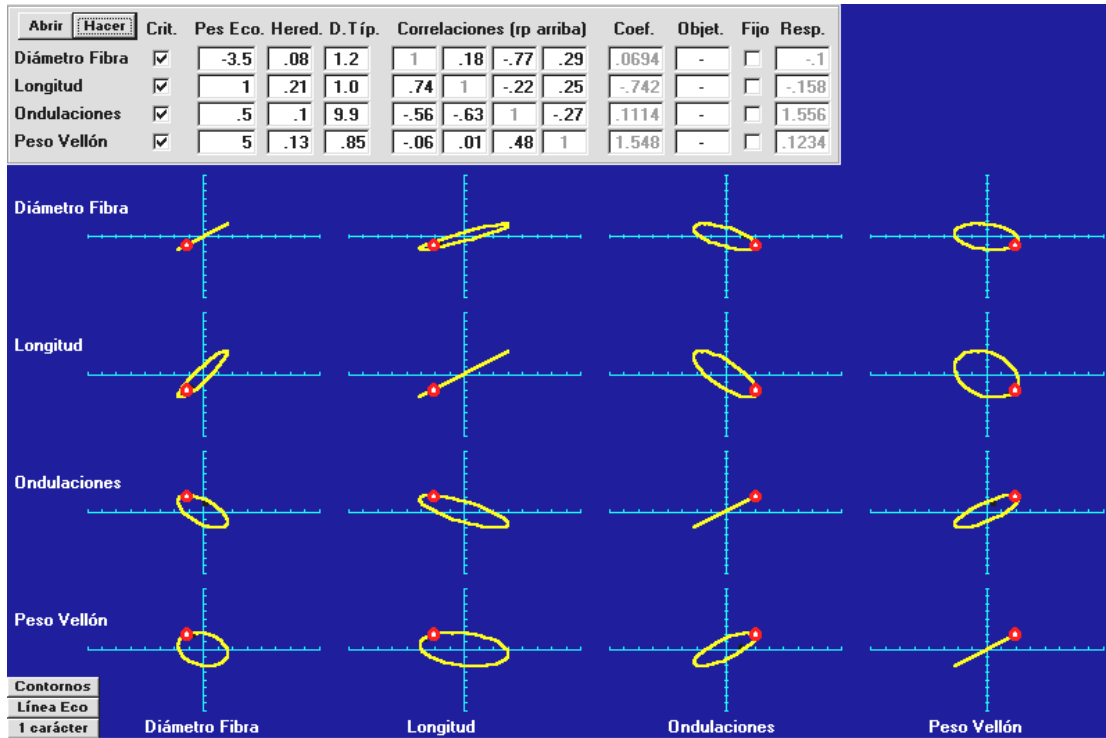
2.2. Simulación de una selección conjunta de todos los caracteres laneros

Para realizar esta selección conjunta para los distintos caracteres laneros se les ha otorgado distintos pesos económicos en función de la demanda de la industria textil del mercado lanero, dando un índice de selección para cada caso. los pesos económicos para el diámetro de fibra, longitud, ondulaciones y peso de vellón han sido respectivamente; -3,5, 1, 0,5 y 5.

Los resultados obtenidos, mediante el uso del módulo *Objetivos*, indican una significativa reducción del diámetro (-0,1 micras) y un aumento del peso del vellón (0,123 kg), existiendo tan sólo una pérdida en cuanto a la longitud de la fibra de -0,158 cm (figura 42).



Figura 42. Resultados del módulo *Objetivos* para una selección conjunta



Mediante el módulo *index* del programa *Genup*, se ha calculado un posible índice de selección para la combinación de las cuatro características laneras, siendo: $I = -0,28*DF + 0,21*L + 0,05*O + 0,65*PV$

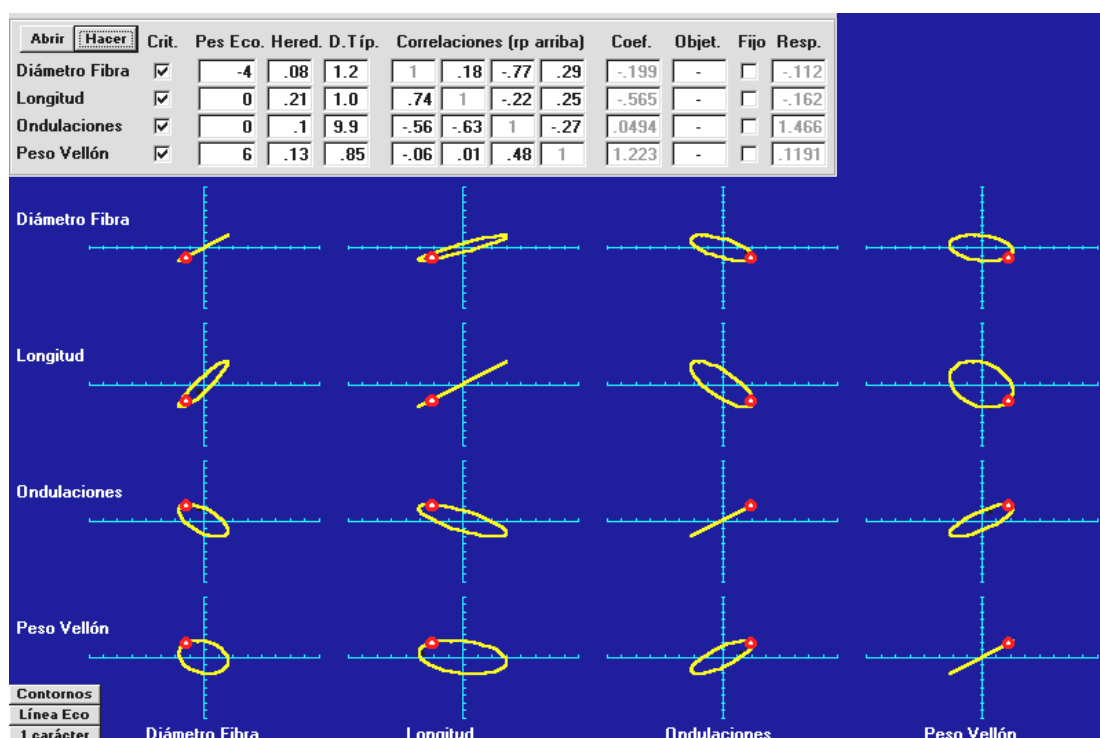
2.3. Simulación de una selección conjunta para los caracteres laneros de diámetro de la fibra y peso del vellón

En caso de optar por una selección en la que se incluyan tan sólo los dos caracteres laneros de mayor importancia económica en la industria lanera y con los que tradicionalmente se ha realizado la selección lanera en los distintos países, vamos a usar el peso del vellón y el diámetro de fibra. La respuesta directa e indirecta sobre los restantes caracteres (longitud de la fibra y número de ondulaciones) se obtiene a través del módulo *Objetivos* (figura 43).

Los resultados nos muestran un mejor diámetro de fibra (más bajo) que en el caso anterior, pero no una mejora tan elevada en cuanto a peso del vellón (0,11 kg). Por otro lado, como respuesta indirecta, hay una mayor disminución de la longitud (-0,162) que en la selección conjunta por los cuatro caracteres y el aumento de las ondulaciones es también menor (0,1 ondulaciones menos que en la selección por los cuatro caracteres) (figura 43).



Figura 43. Resultados del módulo *Objetivos* para una selección de dos caracteres



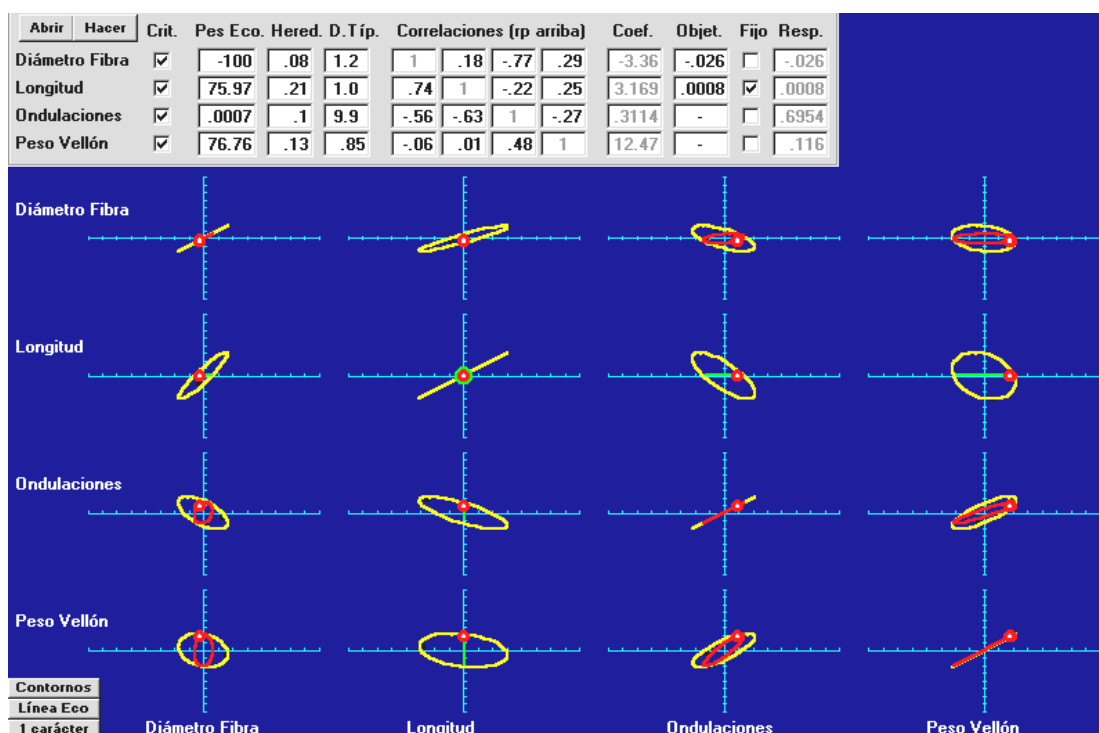
Calculando el índice de selección, con el módulo *Index*, respecto a estos dos caracteres obtenemos: $I = -0,4 * DF + 0,65 * PV$

2.4. Simulación de una selección conjunta para los caracteres laneros de longitud de la fibra, diámetro de la fibra y peso del vellón

Si imponemos como objetivo no perder valor en la longitud de la fibra, y tratamos de optimizar el resto de caracteres laneros manualmente sobre la pantalla del módulo *Objetivos* (figura 44), obtenemos una máxima respuesta de 0,116 kg en el peso del vellón y una mejora en cuanto a disminución de diámetro de fibra de -0,026 micras, junto a un aumento del número de ondulaciones de 0,6954. Pero para conseguir esos parámetros habría que cambiar los pesos económicos de los caracteres laneros, dando un valor máximo al diámetro de fibra, un valor nulo al número de ondulaciones y un valor equivalente a las tres cuartas partes del valor del diámetro a la longitud y al peso del vellón. Las elipses rojas que aparecen dentro de las amarillas (figura 44), indican la posible área de mejora para cada carácter.



Figura 44. Resultados del módulo *Objetivos* para una selección conjunta sin pérdida de longitud



Si con los pesos económicos que hemos obtenido, calculamos con el módulo *Index* una índice de selección, el resultado es:

$$I = -8 * DF + 5,45 * L + 9,98 * PV$$

3. Simulación de una posible situación real, en que se incorporen al Esquema de Selección actual del Merino Español, además por peso vivo, los caracteres laneros más interesantes desde un punto de vista económico y de la industria lanera.

3.1. Simulación de una selección conjunta para el Peso Vivo y los caracteres laneros de diámetro de la fibra y peso del vellón

Mediante el módulo *Objetivos*, hemos supuesto una situación en que se seleccione al Merino Autóctono Español, además de por peso vivo, por los caracteres laneros peso del vellón y diámetro de la fibra.

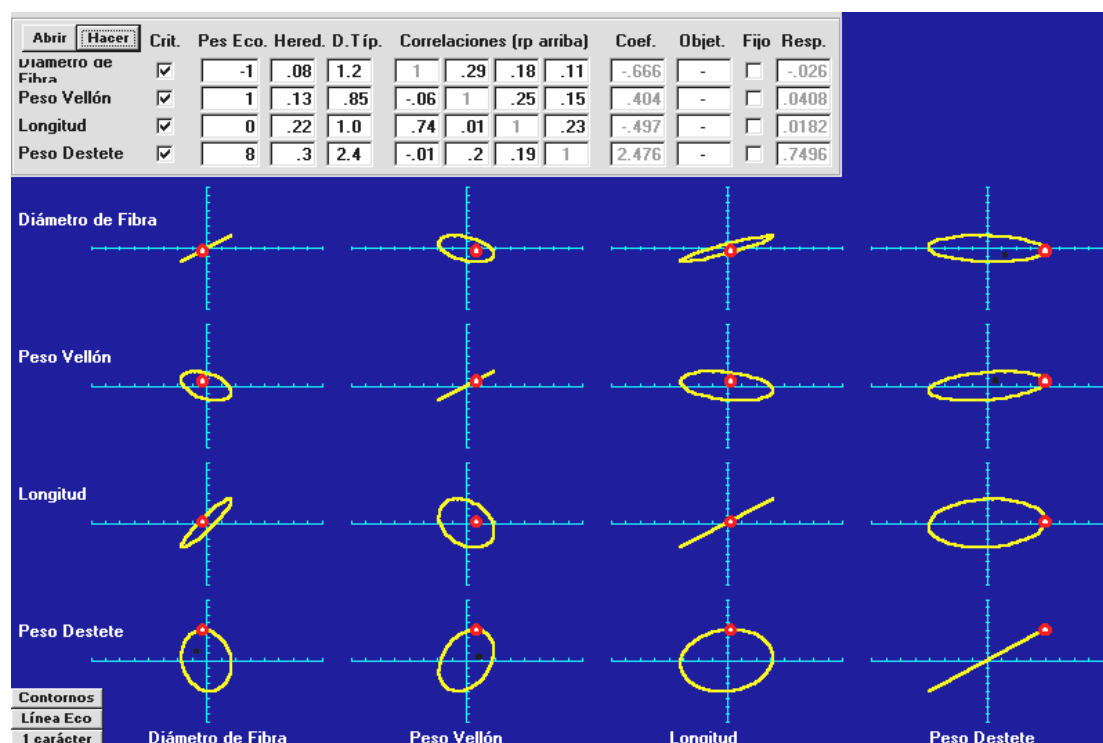
Dado que el carácter más importante, en función del Esquema de Selección que actualmente se sigue en el Merino Español, es el peso vivo, le hemos otorgado a este carácter un peso económico de 8 sobre 10 y al resto de caracteres laneros, diámetro de fibra, peso del vellón y longitud, les damos un peso económico de -1, 1 y 0 respectivamente. La longitud tiene un peso



económico 0 porque sólo nos interesa la respuesta indirecta que esta selección va a tener sobre dicho carácter.

Como respuesta directa se observa una ganancia en peso vivo de 0,75 kg, una muy ligera respuesta positiva en el peso del vellón (+0,04) y del diámetro de la fibra (-0,03), sin que haya menoscabo en la longitud de la fibra (figura 45).

Figura 45. Resultados del módulo Objetivos para una selección por peso vivo y los caracteres laneros diámetro de la fibra y peso del vellón.



Y sobre estos tres caracteres el índice de selección óptimo, según el módulo *Index*, sería: $I = -0,08 * D.F + 0,13 * P.Vellón + 2,4 * P.Vivo$

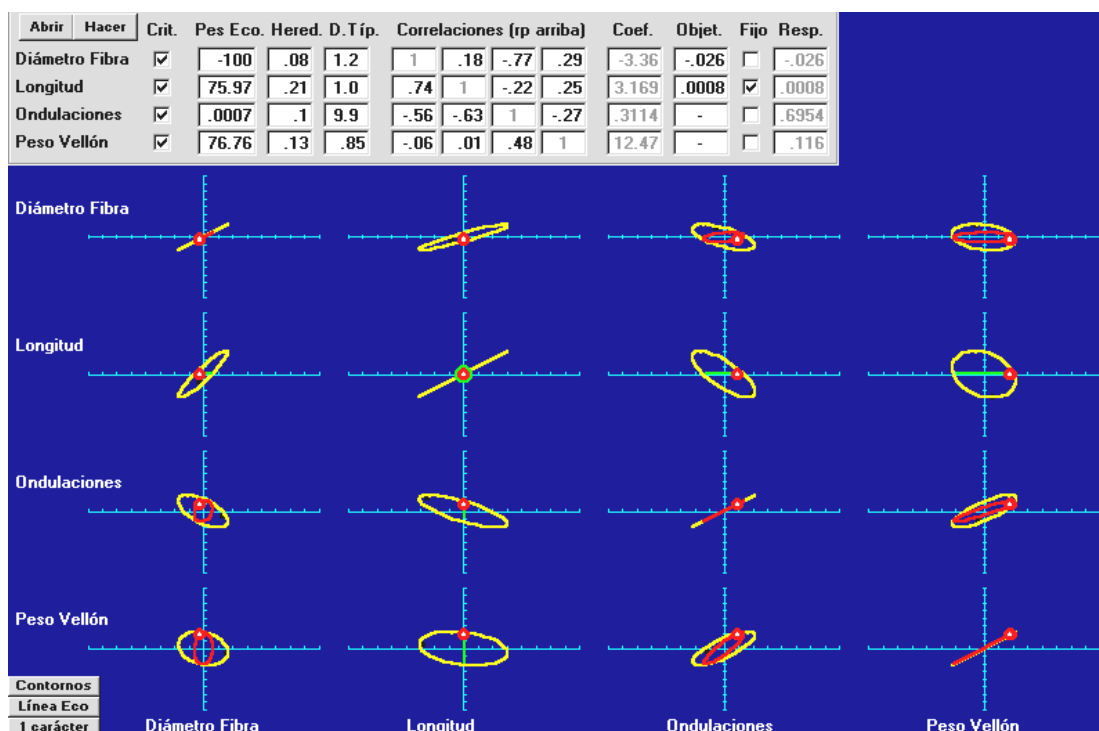
3.2. Simulación de una selección conjunta para el Peso Vivo y los caracteres laneros de longitud de la fibra, diámetro de la fibra y peso del vellón

Como punto final de la simulación, si imponemos como objetivo no perder valor en la longitud de la fibra, y tratamos de optimizar el resto de caracteres laneros manualmente sobre la pantalla del módulo *Objetivos* (figura 46), obtenemos una máxima respuesta de 0,116 kg en el peso del vellón y una mejora en cuanto a disminución de diámetro de fibra de -0,026 micras, junto a un aumento del número de ondulaciones de 0,6954. Pero para conseguir esos parámetros habría que cambiar los pesos económicos de los caracteres laneros, dando un valor máximo al diámetro de fibra, un valor nulo al



número de ondulaciones y un valor equivalente a las tres cuartas partes del valor del diámetro a la longitud y al peso del vellón. Las elipses rojas que aparecen dentro de las amarillas, indican la posible área de mejora para cada carácter (figura 46).

Figura 46. Resultados del módulo *Objetivos* para una selección conjunta sin pérdida de longitud



Si con los pesos económicos que hemos obtenido, calculamos con el módulo *Index* una índice de selección, el resultado es:

$$I = -8 * D.F. + 9,16 * P.Vellón + 13 * L + 8,43 * P.Vivo$$



DISCUSIÓN



La importancia de la producción lanera en la raza Merina ha disminuido en las últimas décadas por la bajada de precios, debido a la competencia comercial de las fibras vegetales naturales y las sintéticas derivadas del plástico. El Merino autóctono posee una aptitud preferente hacia la producción de lana, si bien en las últimas décadas se ha incidido más en la producción de carne, por razones económicas, ante la caída de los precios de la lana. La raza Merina constituye el 9% de la cabaña ovina española; el 75% de los criadores orienta la producción hacia el sector cárnico y el 18,5% hacia la producción de carne y leche (Esteban *et al.*, 1998), dado que el Merino también se puede usar como animal de ordeño, siendo muy prestigiosos los quesos obtenidos a partir de esta leche (el queso de torta de Denominación de Origen "La Serena", Torta del Casar).

En el ámbito europeo, el mercado de la lana está fragmentado y es imprevisible para los productores. Los esfuerzos para mejorar la calidad son muy pocos o no recompensados. Mal almacenamiento, eliminación, quema o esparcimiento, son prácticas habituales con las que se derrocha un recurso natural, antaño tan valioso. El desinterés de los ganaderos respecto a este producto que tan sólo representa el 2% de sus ingresos es considerable. Sin embargo, en algunos países del Hemisferio Sur (sobre todo Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Argentina y Uruguay) dadas las características de las explotaciones, la producción lanera sigue constituyendo uno de sus principales objetivos de selección. En el ámbito mundial la producción de lana se redujo un 3% durante la década de los 90 (Jakson, 1998). En España, aunque la producción lanera del Merino Autóctono presenta, en la actualidad, una importancia económica limitada, existen razones históricas, culturales y genéticas que aconsejan no descuidar las características de la lana de esta raza.

España ha sido la cuna de la raza Merina, especialmente durante la Edad Media, momento histórico en que el Merino fue monopolio de España. La creación de la Mesta por el rey Alfonso X "El Sabio" supuso protección y auge para el ganado merino y la trashumancia. A partir de 1837, fecha en que desaparece la Mesta, se empiezan a sacar partidas de animales hacia otros países europeos, iniciándose posteriormente la expansión del Merino en el mundo, hasta llegar a la situación actual, donde en países como Australia o Nueva Zelanda se ha llevado a cabo una selección de animales creando líneas de altísima especialización lanera.

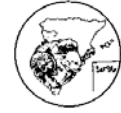
Con la aparición a mediados del siglo XX de las fibras sintéticas se inicia un declive de la lana, como fibra industrial, y por ende de la producción



de ovino lanero, sobre todo en zonas donde hay escasez de pastos, o donde las condiciones climáticas no permiten extensificar la ganadería al máximo, de manera que se puedan minimizar los costes de producción. En España ocurrió esta situación, por ello cuando la lana dejó de ser una producción rentable se dio paso a una serie de cruces indiscriminados del Merino con razas de aptitud cárnica para producir preferentemente carne, y la lana pasó a un segundo plano dentro de la valoración económica de la raza, corriéndose el riesgo de perder la pureza genética por los cruces con razas cárnicas, normalmente foráneas. Los numerosos cruces han reforzado la heterogeneidad de la lana. A todo esto hay que añadir que tanto el esquileo, como el acondicionamiento de los vellones y la clasificación a menudo se realizan en malas condiciones, por personas poco cualificadas y no existe casi ninguna formación en este campo.

En el momento presente estamos asistiendo a un regreso al interés por lo autóctono, con lo cual se están volviendo a valorizar la cría de animales en pureza, que en situaciones de producción extensiva, en dehesa, son los animales mejor adaptados como es el caso de la raza Merina. Así mismo, este auge por las explotaciones de razas autóctonas se está viendo acompañado con un fuerte movimiento de respeto y protección medioambiental, donde se potencia el uso de fibras naturales, como es el caso de la lana. En este contexto, la lana viene a ser una fibra básica para la manufactura industrial de prendas con unas propiedades inmejorables de fieltabilidad, cualidades termostáticas (gracias al aire que queda atrapado entre las fibras afieltradas), elásticas, de absorción, de acomodación (Helman, 1965), baja reacción alérgica, alta calidad de las manufacturas y enteramente natural, no originando ningún tipo de contaminación medioambiental, hecho que está muy considerado hoy día. Por tanto, es de interés caracterizar la eficacia productiva del Merino actual en cuanto a producción lanera.

Tradicionalmente la selección del ovino se ha hecho de una manera totalmente empírica a través de una valoración fundamentalmente visual y subjetiva, por parte del ganadero. Posteriormente, en los años 60, se inicia una recogida aún no sistemática de datos de animales individuales y de rebaños, comparándose entre sí y con otras ganaderías animales con las mismas edades y condiciones. En los años 80, principalmente en Australia, se iniciaron investigaciones para desarrollar métodos que permitían hacer una definición cuantitativa de los objetivos de selección del ganado y de la importancia de los diferentes caracteres y propiedades a tener en cuenta. El resultado de este trabajo es el *Woolplan* (Australia), *Animal Plan* (Nueva Zelanda), *Flock Testing* (Uruguay) y *Provino* (Argentina). Hoy día, son los caracteres recogidos en estos protocolos los que definen el valor genético de los animales y el valor económico de la lana en los mercados de todo el mundo (Cardellino, 1998).



Aunque la producción de lana se ha medido básicamente por el peso del vellón, también intervienen de manera importante en la calidad de la lana, de su manufactura y del tejido final, el diámetro de la fibra y otros caracteres como la longitud de la fibra, las ondulaciones, la resistencia de la fibra, etc. En la valoración de estos caracteres laneros están involucrados factores inherentes al animal: tipo genético, raza, edad, sexo, estado fisiológico, tipo de parto y factores estacionales y nutritivos. El papel del medio ambiente es de tal importancia que puede enmascarar totalmente las cualidades heredadas de los padres.

Para terminar este apartado, realizaremos un breve comentario sobre la actualidad mundial del sector lanero. Tras la “nefasta” década de los 90, se ha producido una recuperación, en la que ha sido determinante el aumento de demanda por parte de China, que llegó a importar en el año 2000 hasta 300 millones de kg de lana limpia (Cardellino, 2001). Otra región importante en la determinación de precios de la lana es Europa, ya que Europa y China representan conjuntamente el 60% del consumo mundial de lana para vestimenta. También resulta positivo, para el mantenimiento de los precios, que la producción mundial de lana se haya reducido en los últimos años en más de un 30% (Cardellino, 2001). Podría ser un riesgo en esta recuperación de los precios una hipotética recesión económica en EEUU y el Sudeste asiático. En cuanto al tipo de lana, las de más proyección de futuro son las llamadas “lanas superfinas”, de menos de 17 μ de diámetro, las más interesantes, ya que las tendencias de consumo apuntan hacia vestimentas más livianas, más confortables, más suaves y de fácil cuidado. Todas estas características se logran con fibras textiles de bajo micronaje. A continuación pasamos a discutir nuestros resultados, siguiendo similar estructura a la del capítulo de resultados, aunque el análisis de los parámetros genéticos para las variables analizadas se realizará de forma separada para cada uno de los caracteres .

ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN LANERA EN ESPAÑA.

Una de las razones para actualizar, mejorar y valorizar la producción lanera en nuestro país, es que España tiene una balanza comercial deficitaria en lana (Anuario de Estadística del MAPA, 1999), importando sobre todo lana de alta calidad (figura 8), siendo ésta una razón para actualizar, mejorar y valorizar la producción lanera en nuestro país.

La preocupante situación del mercado nos viene dada por los bajos precios de la lana, sobre todo cuando observamos que en algunos años ha resultado más costosa la esquila que los beneficios obtenidos por la venta de



la lana. Esta situación provoca en el ganadero una dejadez en el cuidado de la producción lanera, así como en su recogida y almacenamiento, lo cual contribuye a deprimir aún más el sector.

Haciendo una simulación, en una explotación tipo extensiva de 500 animales de raza Merina, hemos determinado que del beneficio obtenido con la comercialización de la lana tras restar el costo de la esquila, presenta una rentabilidad neta que oscila en un margen de 581,78 €/año, (entre un mínimo de 82,70 €/año y un máximo de 664,96 €/año). Y a nivel de animal entre 0,17 y 1,33 €/animal/año de beneficio, en función de los precios que se pagan por la lana en las lonjas, donde la oscilación fue de 0,36 a 0,54 €/kg durante el año 2001. La lana representa en conjunto el 4 % de los ingresos derivados del ganado ovino para el productor, según el estudio técnico-económico realizado con los datos obtenidos en encuestas realizadas en explotaciones de ovino Merino del Valle de los Pedroches (Córdoba) (Tabla 13).

Tras realizar el estudio se estima que el peso de vellón necesario para alcanzar el umbral de rentabilidad de la lana oscila entre 1,3 y 3,3 kilogramos. Si bien en el pago que se hace al productor sólo se tiene en cuenta un examen subjetivo de la lana, por parte del comprador, y no se hace una medición de sus cualidades (finura, longitud u ondulaciones). Por ello sólo hemos tenido en cuenta el peso del vellón a la hora de hacer el estudio económico. Sin duda, en lanas de alta calidad se conseguiría un mayor valor si se midiesen los parámetros de la fibra, principalmente diámetro y longitud de fibra.

ANÁLISIS DE LOS CARACTERES LANEROS ESTUDIADOS

FIBRA HETEROTÍPICA

Aquellas fibras del vellón que crecen a partir de folículos primarios, poseen una zona medular y una corteza (que puede observarse a lo largo del eje longitudinal de la misma o en secciones), se denominan fibras heterotípicas o garras. Estas fibras se suelen desprender periódicamente, mientras que las verdaderas fibras de lana crecen continuamente, a no ser que se interrumpa su crecimiento por malnutrición o enfermedad.

Las fibras heterotípicas muestran una clara tendencia a localizarse en determinadas regiones, hasta el punto que se han dado nombres a los individuos portadores de tales defectos. Así se denominan “halduos” los ovinos con abundante garra en las nalgas y “maflon” cuando esta anomalía aparece muy centrada a lo largo del borde traqueal del cuello (Sánchez-Belda, 1965).



La importancia de la fibra heterotípica, también denominada pelo cabruno o garra, viene dada por la depreciación de la lana cuando aparece en un porcentaje elevado. En nuestro estudio más del 75% de los animales analizados presentaron entre un 80% y un 100% de ausencia de fibra heterotípica (figura 16). No obstante, no hay que obviar este carácter en la selección lanera del ganado Merino, dado el perjuicio económico que produce, al ser muy difícil de teñir esta fibra, contribuyendo a empeorar mucho la calidad del tejido.

Reflejo de la importancia de este carácter es que aparece recogido en las fichas individuales de los sementales del Catálogo de Sementales de la Raza Merina (Oliart *et al.*, 2001), incluido en los datos de la descendencia dentro del grupo de los caracteres morfológicos, midiéndose como porcentaje medio de ausencia de fibra heterotípica de las crías de un determinado semental.

DIÁMETRO DE FIBRA

El diámetro de la fibra es una de las características laneras más importantes, ya que determina los usos finales de la lana. El diámetro es la propiedad que más determina el precio pagado por la lana, oscilando entre un 53% y un 72% (Muñoz, 2000 y Merchant *et al.*, 1999). Aunque existen razas ovinas productoras de lana, en el apartado de lanas finas es sin duda la Merina la que domina el mercado mundial. Las lanas merinas se clasifican, según el sistema australiano, en superfinas ($\leq 18,5 \mu$), finas (de 18,6 a 20,5 μ) y medias (para las de más de 20,6 μ). En el sistema español las superfinas y finas serían del tipo I y las medias del tipo II.

En los resultados obtenidos en nuestro estudio la media poblacional para la variable diámetro de fibra ha sido de $21,31 \pm 0,028 \mu$ con un intervalo de variación de 7 μ (máx de 25 μ y mínimo de 18 μ) y un coeficiente de variación del 5,79% (figura 19), valor bajo en comparación con los obtenidos por otros autores como Fogarty (1995) que obtuvo una media de un 8%. Según la clasificación española de lanas el 25,8% de las muestras son de tipo I, el 5,73% son de tipo II y el 16,9% restante de tipo III. El promedio obtenido para el diámetro de fibra permite encuadrar nuestras lanas según la clasificación australiana como de tipo medio. Si comparamos nuestros resultados con los obtenidos (para la misma raza) por otros autores, podemos comprobar que en Merino australiano y neozelandés el promedio es en general ligeramente mayor; 24,6 μ (Barría *et al.*, 1995); 22,3 μ , (Unal, 1995); 21,75 μ (Casy, 1995); 22,0 μ (Ward, 1997); 22,5 μ (McColl, 2000) y menor en las llamadas lanas superfinas (Hatcher, 2000). Nuestros resultados también coinciden con los obtenidos por otros autores en Merino español (21,14 μ



según Rubio, 1945; 21,16 μ según Iglesias, 1951 y de 20-22 μ para las ovejas y de 21-30 μ para los moruecos según Esteban *et al.*, 1998). Comparando las mediciones realizadas en el concurso de Zafra de 1956 (ANCM, 1996) con los valores obtenidos en el presente trabajo se observa una disminución del diámetro en un 6%.

Nuestros resultados han puesto en evidencia que los tres factores más importantes, en cuanto a su influencia sobre el diámetro de la fibra son: la edad, el sexo y la ganadería. Éste último carácter, que absorbe el 10,23% de la varianza (Tabla 15), viene en cierta medida determinado por el nivel nutritivo de los animales, dependiente de la ubicación geográfica de la finca de origen de los animales, dado el carácter extensivo de las explotaciones

Con relación a la edad, los resultados obtenidos en nuestro estudio están en concordancia con los obtenidos por McColl (2000) en Merino americano, al comprobar que los animales adultos tienen un mayor diámetro de fibra. Este efecto indeseable también se conoce como “micron blowout” (Hickson, *et al.*, 1995). Los animales sobrealimentados poseen mayor diámetro que los mantenidos a dieta. Así mismo en los machos hemos obtenido más alto diámetro que en las hembras. Por otro lado, son las hembras las que presentan un mayor rango de variación, probablemente por la influencia del estado fisiológico de los animales puesto que la gestación supone una disminución del diámetro de fibra.

Merchant y Russel (1999), demostraron la existencia de una influencia estacional sobre el diámetro de fibra, en función de que haya más o menos folículos secundarios activos o inactivos. Así la lana es más fina en invierno y menos fina en primavera y verano.

Por otro lado, los animales bien alimentados y con mejor estado de carnes presentan un ligero aumento en cuanto al diámetro de la fibra, lo cual podría explicar la correlación positiva encontrada en este trabajo entre la puntuación morfológica y el diámetro de la fibra (figura 21). Entre el peso vivo y el diámetro de fibra se ha encontrado una baja correlación (Fogarty, 1995) con valores entre -0,11 y 0,17. El “sistema Sharlea” australiano, de cría con ovejas saxon, consistente en la castración de los machos y su engorde en establos cubiertos, manteniéndolos a dieta durante todo el año, para obtener medias de 13 micras de diámetro y pesos de vellón de 2 kg, confirma la existencia de la correlación entre diámetro de fibra y alimentación del animal (Merchant y Russel, 1999).

Otro carácter que según la bibliografía consultada, influye sobre el diámetro de la fibra ha sido la influencia de las arrugas de la piel en Merino, donde se ha encontrado que las lanas crecidas sobre arrugas y pliegues tienen



un mayor diámetro de fibra (de 20,7 μ a 21,4 μ), con una desviación estándar mayor, que la lana crecida sobre piel no arrugada (Sutton *et al.*, 1995). También se ha estudiado la existencia de una fuerte relación entre el diámetro de la fibra y la medida del bulbo del folículo piloso y la dimensión de la papila en la piel (Moore *et al.*, 1995; Hynd, 1995).

A pesar de la influencia de los distintos factores sobre el diámetro de la fibra, destaca en los resultados obtenidos en nuestro estudio, el bajo coeficiente de variación de este carácter (el más bajo de los caracteres analizados en la presente tesis) propio de un carácter definitorio de la raza. El Coeficiente de Variación del diámetro de fibra posee un gran interés para la industria textil. Su papel es importante en el procesado de la lana, pues la causa del “picor” en los tejidos de lana se debe a la presencia de fibras gruesas. Así se ha llegado a valorar que cada 5% de cambio en el coeficiente de variación del diámetro de fibra equivale a un cambio de 1 micra en la media del diámetro de fibra, en términos referidos a fibra de alta calidad (de Groot, 1995). Por tanto, el hecho de haber obtenido un bajo coeficiente de variación para este carácter es muy positivo, al indicar una alta calidad de nuestra lana. El bajo coeficiente de variación ya nos predice el resultado obtenido para la heredabilidad de este carácter ($h^2_{\text{diámetro}}=0,081\pm 0,049$). Esta h^2 es mucho más baja que la encontrada por numerosos autores para esta misma raza, posiblemente debido a la metodología de cálculo utilizada (p.e. regresión padre-hijo), al número de muestras analizadas, a las relaciones genealógicas entre los individuos y a la línea genética estudiada. Cabe citar dentro de la bibliografía consultada los trabajos realizados por Turner *et al.*, 1970: $h^2= 0,45$; Cardellino *et al.*, 1987: $h^2=0,14$; Fogarty, 1995: $h^2=0,51$; Barria *et al.*, 1998: $h^2= 0,49$; Rose, 1996: $h^2= 0,1-0,7$ en función de la edad de los animales; Atkins, 1997 y Wuliji *et al.*, 1998: $h^2= 0,59$; Lewer, 1997: $h^2= 0,59$; Hatcher, 2000: $h^2=0,39$; Greeff, 2000: $h^2=0,61$ y de 0,62 (Brash *et al.*, 1994). Y más recientemente de $h^2=0,35$ (Cardellino *et al.*, 2001).

Nuestros resultados han reflejado que las correlaciones fenotípicas entre el diámetro y las otras características que definen la calidad lanar y que han resultado estadísticamente significativas (tabla 23) han sido entre diámetro-ondulaciones (-0,78) y diámetro-peso del vellón (0,30). Las correlaciones genotípicas han sido positivas entre el diámetro y la longitud (0,74) y negativas con los otros caracteres (Dolling, 1970 obtuvo -0.17 con ondulaciones; 0,19 con el peso del vellón y 0,44 con la longitud). Wuliji, 1998 obtuvo también correlaciones fenotípicas y genotípicas positivas entre diámetro de fibra y peso de vellón (0,38 y 0,48 respectivamente).

El modelo de una alta heredabilidad, edad-independiente, se apoya en la influencia relativamente pequeña de los efectos específicos medioambientales y en una casi total falta de evidencia de efectos maternos



genéticos (Mortimer y Atkins, 1994; Hickson *et al.*, 1995a; Torshizi *et al.*, 1995). Aunque la correlación genética entre edades es muy alta, autores como Atkins (1995) e Hickson *et al.* (1995b) mostraron que la variación genética encontrada en el diámetro de la fibra era influencia de la edad. Sin embargo, nuestros resultados reflejan que el diámetro de fibra, el peso del vellón y la ondulación no están influenciados por la edad, coincidiendo con los resultados expuestos por Okut *et al.* (1999).

Aparte de la algo desfavorable correlación genética con el peso del vellón, la selección hacia la reducción del diámetro de la fibra es probable que lleve a una reducción modesta en la resistencia y longitud de la fibra y a un acrecentamiento moderado del coeficiente de variación del diámetro. Sin embargo, la reducción del diámetro de fibra llevaría a mejorar el color de la lana (McGuirk, 1980).

Se puede conseguir un rápido progreso evolutivo en la obtención de un bajo diámetro de fibra, manteniendo un ligero aumento o simplemente manteniendo el promedio de peso vivo y de peso del vellón; esto nos puede ayudar a diversificar la producción de lana en el Merino según el uso final de sus lanas en razón de su diámetro, sin que esto vaya en detrimento de otros factores o cualidades de la lana (Wuliji *et al.*, 1999). Así, una presión selectiva para disminuir el diámetro de la fibra, realizada de manera intensa se ha visto que puede conseguir un progreso genético de 0.36 μ /año en fibra de alta calidad con una ligera disminución del peso del vellón (Sherlock y Garrick, 1995).

La difícil combinación de un bajo diámetro de fibra con un alto peso de vellón, que es uno de los principales objetivos en la selección lanar; se ha obtenido sólo en ovejas con una alta densidad de folículos productores de lana y con una alta proporción de folículos secundarios respecto a los primarios (Rendel and Nay, 1978; Moore *et al.*, 1995).

LONGITUD DE FIBRA

La importancia de la longitud radica en que determina el destino que llevará la lana durante el proceso industrial, ya que existen dos sistemas de hilado; el peinado y el cardado, los cuales producen hilados de características y valor diferentes. Las lanas cortas van dirigidas hacia el cardado y las lanas finas y largas se destinan al peinado y suelen obtenerse de ellas un material de mejor calidad. La longitud mínima de las mechas de la lana Merina para el sistema inglés de peinado es de 6,2 cm y para el sistema francés o continental de 3,1 cm. Estimaciones sudamericanas dan a la longitud una importancia relativa de un 3-10% en el precio final de la lana (Muñoz, 2000).



Los valores que hemos obtenido para la longitud de fibra (media de $6,92 \pm 0,023$ cm y un coeficiente de variación del 14,59%) son similares a los obtenidos en Merino español por Rubio (1947), con valores de 4-6 cm; Iglesias (1951) con 7-7,5 cm y por Esteban *et al.* (1998) donde sus medias oscilan entre 6,91 y 7,08 cm. en función del sexo y la edad. En todo caso nuestros resultados son superiores a los que figuran en la bibliografía de los años 50.

En datos recogidos en Merino australiano, se obtuvieron medias un tanto más elevadas (8,80 cm según Hatcher (2000) y de 8,86 cm según Unal (1995). En Australia y Nueva Zelanda, en lo que respecta a las lanas extrafinas, tipo Saxon, presentan una longitud de 6-8 cm, en cambio las lanas más gruesas, tipo Pepín y Sudaustraliano disponen de una longitud de 90-120 mm (Esteban *et al.*, 1998).

Según McColl (2000) los principales factores que influyen en la longitud de la fibra son; el nivel de nutrición (a mayor nivel la lana adquiere más longitud), la gestación y lactación (en la última etapa de gestación y durante el periodo de lactancia disminuye el ritmo de crecimiento), la época del año (en primavera el crecimiento es mayor que en invierno) y el estrés. En nuestro estudio resultó significativo la ganadería de origen, absorbiendo el 10,21% de la varianza total (tabla 17) y estando muy ligada a factores nutricionales. Al contrario que para el diámetro de la fibra no resultaron significativas las diferencias entre el tipo animal (edad y sexo) (tabla 16).

Al calcular la recta de regresión entre longitud y puntuación morfológica, resultó positiva la pendiente de la misma. Los animales con más longitud de fibra, dan mejor imagen a los jueces calificadores, amén de la correlación positiva entre longitud y diámetro de fibra, que confirma los comentarios realizados sobre la regresión entre diámetro de fibra y puntuación morfológica.

Respecto a otros factores que influyen sobre la longitud, no estudiados por nosotros, tenemos que la longitud de la lana en las arrugas y pliegues cutáneos es más corta que la lana crecida fuera de las mismas (1,32 a 1,51 cm) (Sutton *et al.*, 1995). La densidad de los folículos primarios se reduce en los pliegues, pero la relación de secundarios/primarios es igual tanto en la zona de pliegues como en la adyacente. La longitud es variable según la región corporal considerada. En el Merino Autóctono español, con motivo de la orientación productiva hacia la carne, se ha mejorado la conformación de los animales, eliminando los tradicionales pliegues cutáneos y corrigiendo aplomos.

La heredabilidad obtenida en nuestro estudio para el carácter longitud de fibra refleja un valor medio-bajo: $h^2_{\text{longitud}} = 0,218 \pm 0,060$ (tabla 23). Y significativamente menor, si lo comparamos con las referencias bibliográficas



encontradas. Por ejemplo, los trabajos realizados en Merino australiano han dado para la longitud de fibra una h^2 de 0,4 (Turner *et al.*, 1970, Cardellino *et al.*, 1987, Wuliji *et al.*, 1998 y Atkins, 1997), de 0,5 en Merino de Rambouillet (Okut *et al.*, 1999) y de 0,55 de Merino uruguayo (Cardellino *et al.*, 2001).

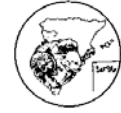
La correlación fenotípica entre las características que definen la calidad lanar y que ha resultado estadísticamente significativa ha sido entre longitud- peso del vellón (0,27). Las correlaciones genéticas entre los distintas variables han oscilado entre los valores de 0,75 para finura con longitud y de -0,63 para longitud con ondulaciones (tabla 23) (Dolling, 1970 obtuvo 0,70 con el peso del vellón, 0,44 con el diámetro, -0,54 con las ondulaciones y 0,04 con el peso vivo) (Bromley *et al.*, 2000 obtuvo de 0,5 a 0,7 como correlación genética entre longitud y peso de vellón). Cardellino *et al.*, 1987, obtuvo correlaciones de 0,71 con el peso del vellón, -0,55 con el número de ondulaciones y 0,49 con el diámetro de fibra.

Nuestros resultados coinciden con los manifestados por Atkins (1997) donde en un programa de selección encaminado hacia la selección por el carácter longitud de fibra supuso una gran respuesta en cuanto a la longitud, y una correlación positiva con el rendimiento y el peso del vellón y el diámetro de fibra, originando un descenso del número de ondulaciones. Resultados similares fueron obtenidos por Cardellino *et al.* (2001).

ONDULACIONES

A diferencia de otras fibras animales y vegetales, la lana no tiene un crecimiento recto, sino que cada fibra se encuentra ondulada o rizada. Las ondulaciones o rizos pueden variar en el tamaño, forma o número, para una misma longitud, en función de la finura y el carácter de la lana, con un desarrollo máximo en las lanas finas, uniformes y densas (Esteban *et al.*, 1998). Cuantas más ondulaciones tenga, más valiosa será la lana, pues las lanas onduladas rinden mejor en el hilado. A este respecto, es interesante apuntar la heredabilidad de una alta calidad en el hilado que se ha valorado de moderada a alta - de 0,43 a 0,70 - en Merino Australiano, de donde se deduce que se puede esperar una buena respuesta a la selección respecto a este carácter. Además, cuanto más ondulaciones tenga mayor será la voluminosidad de la lana (Palet, 1993), atributo especialmente valorado en la industria textil y en concreto en tejidos de alta calidad (Madeley *et al.*, 1995).

En nuestro trabajo hemos obtenido unos estadísticos para el número de ondulaciones de la lana ($66,19 \pm 0,23$ ondulaciones por decímetro de fibra con un coeficiente de variación del 15,08%); semejantes a los obtenidos por Esteban *et al.* (1998) en la misma raza, donde el mayor porcentaje de los merinos analizados estaba encuadrado entre las 60 y 80 ondulaciones por



decímetro. Dado que el Merino no ha sido sometido en las últimas décadas a ningún tipo de selección encaminada a la mejora de la calidad lanera, nuestros resultados son similares a los encontrados en la bibliografía de los años 50. Así, según Iglesias (1951) el número de ondulaciones/dm oscila entre 55 y 70 en Merino español.

Al igual que en los demás caracteres estudiados, los factores que influyen sobre este carácter han sido el tipo animal (sexo y edad) que absorbe el 4,81% de la varianza y la ganadería de origen que absorbe el 10,02% (tabla 19).

La heredabilidad obtenida en nuestro estudio para el número de ondulaciones por decímetro ha sido de $h^2_{\text{ondas}}=0,106\pm 0,050$ (tabla 11). Otros autores, midiendo directamente la curvatura de la fibra con el laserscan y OFDA han obtenido heredabilidades más elevadas, oscilando entre 0,35 (Turner *et al.*, 1970; Cardellino *et al.*, 1987 y Hatcher, 2000), 0,2-0,35 (Lax *et al.*, 1995) y 0,4-0,6; en función de la edad (Rose, 1996), 0,3 (Purvis, 1997).

En trabajos realizados en Merino australiano para determinar la respuesta a la selección para el número de ondulaciones (Turner *et al.*, 1970; Turner *et al.*, 1974 y Robards and Pattie, 1967) se encontró una alta respuesta a la selección para un aumento o disminución del rizo en ovejas Merinas. Se obtuvieron de manera indirecta resultados irregulares en otros caracteres, sobre todo en cuanto a lograr un bajo diámetro de fibra. También estos mismos autores han obtenido una correlación entre peso de vellón y ondulaciones alta y negativa, frente a la correlación entre peso de vellón y diámetro de fibra positiva pero baja, lo cual les ha llevado a la conclusión de preferir la selección por diámetro de fibra frente a una selección por número de ondulaciones, ya que de esta forma se pierde menos peso del vellón consiguiendo un bajo diámetro de fibra y una baja variación en el número de ondulaciones.

Las correlaciones fenotípicas entre las características que definen la calidad lanar y que han resultado estadísticamente significativas han sido solamente entre ondulaciones-finura (-0,78), tradicionalmente el grado de rizado de la lana ha sido un indicador visual y aproximado del diámetro de la fibra. Las correlaciones genéticas han sido negativas entre ondulación-finura (-0,566) y ondulación-longitud (-0,630) y positiva con el peso del vellón (0,485). Así pues, y coincidiendo con otros autores (Von Bergen, 1970, Turner *et al.*, 1974 y Hatcher, 2000), la selección de este carácter incrementa el peso del vellón y disminuye el diámetro de la fibra. Si bien no es un carácter que habitualmente se use en la selección lanera, posiblemente porque algunos autores asocian seleccionar número de ondulaciones con una ligera disminución en el peso vivo de los animales (Hatcher, 2000), y porque la



relación con el peso del vellón es compleja, pues algunos autores (Purvis, 1997, Dolling, 1970) citan una disminución del número de ondulaciones cuando se selecciona para aumentar el peso del vellón, lo que contradice nuestros resultados.

En animales productores de lanas finas, se ha visto que la selección realizada sobre otros caracteres de alto interés económico (peso del vellón y diámetro de fibra) no ha tenido una fuerte influencia sobre el número de ondulaciones (Purvis, 1997).

PESO DE VELLÓN SUCIO

El peso del vellón ha sido la medida con que tradicionalmente se ha valorado el potencial lanero del ovino. En nuestro estudio la media poblacional obtenida para la variable peso de vellón ($4,18 \pm 0,054$ kg, con un intervalo de variación de 4,20 kg) se ha visto condicionada por la ganadería de nacimiento, la edad y el sexo de los animales. Así, nos encontramos con medias en función del tipo que oscilan entre los 3,72 kg para las ovejas y los 4,51 kg de los machos borros (los animales jóvenes tienen mayor peso del vellón que los adultos). Esta diferencia fisiológica es debida principalmente a que en las ovejas existe una pérdida de lana en la parte distal de las extremidades, cabeza y bajo vientre en periodos de gestación y postparto. En un trabajo realizado por Esteban *et al.* (1998), en Merino español, se pone en evidencia su coincidencia con nuestros resultados. Sus medias en función del tipo fueron de 5,2 kg para moruecos; 4,0 kg para borros; 3,4 kg para ovejas y 3,3 kg para borras. Sin embargo vemos cómo si comparamos nuestros resultados con trabajos más antiguos, el peso del vellón se ha incrementado notablemente (cerca de un 20% de 1956 respecto a 1996 (ANCM, 1996)), debido principalmente al aumento del peso vivo de los animales por la mejora de las condiciones medioambientales y por haber sido tomadas las medidas de la calidad lanera en animales procedentes de ganaderías pertenecientes al esquema de selección del Merino autóctono español. Así, en los años 50 los pesos de vellón del Merino oscilaron entre los 2,85 kg para borros, 1,98 kg para borras, 3,52 kg para moruecos y 2,48 kg para ovejas (Díaz, 1951) y los 3,66 kg para ovejas y 5,33 kg para moruecos (Iglesias, 1951).

Si comparamos nuestros resultados con los obtenidos en otras razas merinas, observaremos que:

1. En Uruguay, los datos medios para las ovejas (3,7 a 4,1 kg de media) son similares a los obtenidos en nuestro trabajo.
2. En China los rendimientos medios (4 kg.) son también próximos a los obtenidos en nuestro trabajo.



3. En Australia, existe gran variabilidad en función de la raza y el tipo. Así para el tipo "Pepín" y "Sudaustraliano" sus promedios son ostensiblemente mayores (9 kg para los machos y 6 kg para las hembras). Sin embargo, en razas de lanas finas y extrafinas (Merino Español y Saxon), los rendimientos se reducen ostensiblemente (7,5 kg para machos y 4 kg para las hembras), siendo en este caso más similares a los obtenidos en nuestro estudio.
4. En Sudáfrica, y al igual que sucede con Australia, existe mucha variabilidad en función de la estirpe y variedad, existiendo una diferencia de 5 kg de promedio entre machos merinos de raza Dohne (7 kg) y de raza Afrino (2 kg). Y una diferencia de 3,5 kg de promedio entre hembras de merino Africano (5 kg) y de Afrino (1,5 kg.).
5. Otros pesajes: 3,58 en machos y 3,43 en hembras (Unal, 1995)

Las diferencias interraciales, entre variedades y entre individuos, son debidas fundamentalmente a la extensión de la superficie corporal productora de lana. Para formatos corporales parecidos, el peso del vellón limpio puede tener valores próximos cuando se comparan razas de lana fina y de lana gruesa. Aunque las de lana fina tienen mayor densidad del vellón, sin embargo, las de lana gruesa compensan la menor densidad con una mayor longitud de fibra y un rendimiento al lavado más elevado.

En el presente estudio los factores que han resultado de influencia significativa sobre el peso del vellón han sido el tipo animal (sexo y edad), que absorbe el 30,25% de la varianza total y la ganadería de origen, que absorbe el 35,31% (tabla 21). Este último factor engloba el consumo de comida y la eficacia en la producción de lana por parte de los animales. La alimentación es a menudo dependiente de las condiciones de pastoreo, sobre todo en los sistemas extensivos, donde la influencia de calidad de suelos y climatología hace que haya grandes diferencias. Sobre este punto es interesante referir que en experiencias llevadas a cabo por Williams (1987) comparando líneas seleccionadas para alto peso en vellón, con otras de control para bajo peso en vellón, en cercados con alimentación voluntaria, dan como resultado que las diferencias entre ambos lotes de animales eran prácticamente nulas. Lo cual indica que una sobrealimentación no implica un aumento proporcional del peso del vellón.

Aparte de los factores estudiados en la presente tesis (ganadería, tipo, sexo, edad y puntuación morfológica) sobre el peso del vellón también está documentada la influencia de la densidad de folículos en la piel y la presencia de pliegues o arrugas. Así se ha visto que la relación de folículos secundarios/primarios en los pliegues se reduce, lo cual añadido a la peor



calidad de la lana en esas zonas supone un aspecto negativo para la calidad del vellón (Davis y McGuirk, 1987).

En análisis realizados sobre rebaños Merinos con diferentes pesos del vellón, se han obtenido resultados que señalan, como principales factores responsables de las diferencias entre unos rebaños y otros, a la densidad de la fibra (47%) y a la sección de vellón correspondiente al área de la cruz de los animales (21%), mientras que tuvo relativamente menos importancia la superficie corporal total productora de lana y la longitud de la fibra (15%) (Pattie y Barlow, 1974). En otros estudios realizados en Australia se valoran como factores más importantes para aumentar el peso del vellón la densidad de fibras y la longitud de las mismas (Gregory y Ponzoni, 1981).

Es interesante hacer referencia a la relación entre el peso del vellón y el peso del animal vivo. Las diferencias entre ambos caracteres son significativas debido a factores medioambientales, diferentes genotipos, y diferentes niveles de nutrición (Wuliji *et al.*, 1999). Así mismo, se ha observado que al incrementar el peso vivo, se incrementa la densidad de la fibra, el peso del vellón sucio y la longitud de la fibra, en rebaños seleccionados por peso de vellón con bajo diámetro de fibra o piel con arrugas (Turner *et al.*, 1968, 1970; Barlow, 1974). A este respecto, apuntar que Lewer *et al.* (1992) encontraron diferencias significativas en el peso de vellón y en el diámetro de fibra, pero no en el peso del animal vivo, entre tres razas ovinas (Peppin, Collinsville and Bungaree).

Una fuerte correlación entre peso vivo y peso de vellón ha sido puesta de manifiesto por diversos autores (Jackson and Roberts, 1970; Fogarty, 1995; Wuliji *et al.*, 1999) con medidas de 0,13 a 0,34 (Brash *et al.*, 1994), de 0,65 (Unal, 1995), de 0,55 (Cardellino *et al.*, 2001), de 0,20 (Dolling, 1970). Lo que indica que se puede hacer una selección para aumentar peso vivo mejorando la producción de lana y viceversa. A este respecto sería interesante plantear una selección para un bajo diámetro de fibra poniendo un cierto énfasis en un alto peso vivo del animal y un alto peso del vellón contrapesando de esta manera el cierto antagonismo que existe entre diámetro de fibra y peso de vellón. Hay trabajos que demuestran que esto es posible (Wuliji *et al.*, 1999) aunque la industria lo ha dado por imposible.

Existe la posibilidad de hacer una selección del vellón basándose en los caracteres de folículo y piel, medidos a una edad joven (Hynd, 1995 y Gifford, 1995), pudiéndose predecir valores del diámetro de fibra, variabilidad de diámetro y peso total de vellón. Las líneas de selección establecidas por la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO) para disminuir el diámetro de fibra y aumentar el rendimiento, aumentando la densidad de folículos primarios/secundarios, además del número de



fóliculos totales ha dado como resultado una ligera reducción en el peso del vellón (Davis y McGuirk, 1987).

En nuestro trabajo la heredabilidad obtenida para el peso del vellón ha sido de $h^2 = 0,13 \pm 0,118$ (tabla 23). No obstante en la bibliografía consultada los valores de heredabilidad son ligeramente más altos; 0,45 (Turner *et al.*, 1970); 0,35 (Lewer, 1993, Fogarty, 1995 y Lewer, 1997); 0,32 (Brash *et al.*, 1994); 0,36 (Barria *et al.*, 1995); 0,40 (Atkins, 1997; Cardellino, 1998); 0,33 (Wuliji *et al.*, 1998); 0,55 (Okut *et al.*, 1999) ; Greef, 2000: $h^2 = 0,35$, de 0,32 (Hatcher, 2000) y de 0,49 (Cardellino *et al.*, 2001). Posiblemente estas diferencias pueden ser explicadas por dos motivos; la metodología de cálculo, ya que la mayoría de los anteriores autores han utilizado para el cálculo de la heredabilidad regresiones padre-hijo o medios hermanos, mientras que en nuestro caso se ha utilizado toda la información genealógica disponible empleando la metodología BLUP. Y por otro lado se puede explicar por el número de animales (y sus relaciones de parentesco) utilizados para el cálculo.

Las correlaciones fenotípicas entre las características que definen la calidad lanar y que han resultado estadísticamente significativas han sido entre diámetro-peso del vellón (0,30), ondulaciones-peso del vellón (-0,27) y entre longitud-peso del vellón (0,27); la correlación fenotípica entre peso de vellón y diámetro de fibra obtenida en Merino australiano por Lewer, 1998b, fue 0,26, de 0,28 por Fogarty (1995) y de 0,38 por Wuliji *et al.*, en 1998; valores que están en consonancia que el que hemos obtenido.

En nuestro estudio hemos trabajado con peso del vellón sucio dada la alta correlación positiva encontrada en la bibliografía con el peso del vellón limpio (0,82 para la raza Merina según Dolling, 1970 y 0,93 según Cardellino *et al.*, 2001). Sin embargo, a veces en lugar de valorar el peso del vellón se basan en medidas del rendimiento al lavado, dada la correlación genética positiva con el peso del vellón limpio y la longitud de la fibra (Atkins, 1997).

Las correlaciones genotípicas que hemos obtenido entre el peso de vellón y las otras características laneras no han sido significativas dado el bajo número de estimaciones que disponíamos para este carácter, unido a la falta en muchas de las pesadas de datos genealógicos del animal. Las correlaciones han sido positivas con la longitud y la ondulación (0,012 y 0,485) y negativa con la finura (-0,063). Nos llama la atención, a la vista de estos resultados, la alta correlación positiva mantenida con el número de ondulaciones, que no está en concordancia con la bibliografía consultada, donde se presentan altas correlaciones negativas (-0,87 según Dolling, 1970).

En la producción lanera la selección se ha realizado básicamente para elevar el peso del vellón y disminuir el diámetro de la fibra de la lana, aunque en nuestro estudio hemos visto que la correlación entre el peso del vellón y el



diámetro de fibra es ligeramente negativa y no significativa. En una experiencia llevada a cabo por Wuliji et al., 1998, en Merino australiano, tras 9 años de selección por peso de vellón, se consiguió aumentar el peso de vellón sucio en un 23%, y en cuanto a su influencia sobre otros caracteres laneros, se aumentó el diámetro de la fibra en una micra, y se aumentó la longitud de la fibra en 6 mm.

El programa de Selección de Mejora genética aplicado en España, aunque está orientado hacia la producción de carne, ha mejorado la uniformidad morfológica de los merinos, eliminando pliegues cutáneos, consiguiendo un mayor peso de vellón (aspecto éste que se ha visto influenciado por la mejora en la alimentación).

ANÁLISIS POR SIMULACIÓN DEL PROGRESO GENÉTICO ESPERADO

Usando el programa de simulación del progreso genético *Genuip* hemos podido estimar las consecuencias del actual esquema de selección del Merino Español, en el que el principal criterio de selección es el peso al destete, sobre los caracteres laneros analizados, así como la respuesta genética a una hipotética selección conjunta para todos o parte de los caracteres laneros (diámetro de fibra, longitud, ondulaciones y peso del vellón). Finalmente se ha valorado el progreso genético que se obtendría si añadiésemos al actual esquema de selección alguno de los caracteres laneros como criterios de selección. En todos los casos se ha estimado la respuesta genética directa sobre el carácter seleccionado así como la respuesta correlacionada indirecta en el resto.

Utilizando nuestras medias, heredabilidades y correlaciones, al valorar con el módulo *SEL* la tendencia genética para la selección individual de los caracteres laneros en cinco generaciones, hemos obtenido, en general, una mejora más o menos importante en todos ellos (figuras 31, 34, 37 y 40 para diámetro, longitud, ondulaciones y peso de vellón respectivamente), muy importante en la longitud de la fibra (ganando 1,017 cm en cinco generaciones) y mediana en ondulaciones (3,21 o/dm) y peso de vellón (0,229 kg). Además hemos comprobado también que en todos los caracteres laneros la estructura poblacional tiende a hacerse más uniforme, lo cual es muy bueno, pues una de las principales reivindicaciones de la industria es recibir lotes lo más homogéneos posible. Por otro lado, hemos obtenido en la simulación con el módulo *Edades*, que con la más óptima estructura de edades, las mejoras en todos los caracteres han sido muy evidentes: 0,035 mic/año para el diámetro (figura 30), 0,0759 cm/año para la longitud (figura



33), 0,237 o/dm/año para el número de ondulaciones (figura 36) y 0,395 kg/año respecto al peso del vellón (figura 39).

No obstante la selección conjunta para todos los caracteres laneros (figura 42), con pesos económicos relativos de -3,5, 1, 0,5 y 5, sobre el diámetro de fibra, longitud, ondulaciones y peso del vellón respectivamente (proporcional a la importancia económica que les concede la industria lanera), ha generado mejoras en todos los caracteres salvo en la longitud.

De las diversas simulaciones realizadas se puede desprender que la disminución del diámetro de fibra y del número de ondulaciones suelen ir paralelas, y que podemos lograr un incremento del peso del vellón, si se le asigna a este carácter la importancia adecuada (dependiendo del peso económico que le demos a este carácter).

La industria lanera demanda lanas de una longitud media-alta, para un óptimo hilado, lo cual implica que no se puede dejar que la longitud disminuya. Nuestros resultados muestran que la selección para este carácter con una estructura poblacional adecuada, que favorezca su mejora, como nos muestra el módulo *Edades* (figura 33), determina una tendencia genética positiva como nos ha mostrado el módulo *SEL* para este carácter (figura 34). Pero también se ha podido comprobar que si se lleva a cabo una selección buscando como respuesta directa mejorar la longitud (figura 35) los efectos sobre el resto de caracteres resultan tremendamente negativos, originando un aumento del diámetro, una disminución del número de ondulaciones y una disminución del peso del vellón. Por tanto, respecto a la longitud, el objetivo de mejora sería mantener el valor actual o un leve ascenso, siempre que no determine una respuesta negativa en el resto de caracteres de importancia. Para ello es fundamental una selección basada en un índice multicarácter, como el obtenido en la presente Tesis Doctoral, con los pesos económicos adecuados a nuestros objetivos de selección.

Por otro lado, el diámetro y el número de ondulaciones han resultado muy similares en sus ganancias y en sus respuestas a las diversas condiciones de selección, que hemos realizado. Por lo tanto, sería suficiente controlar y seleccionar para el más importante y aprovechar la respuesta genética indirecta para la otra variable. Aunque ambos tienen una importancia diferenciada para la industria lanera (pe. las ondulaciones son las responsables de la voluminosidad de los tejidos), para incorporar uno de ellos a un índice selectivo, nos inclinamos por el diámetro de la fibra, por varias razones; tradicionalmente ha sido el diámetro el valor que ha marcado la valoración económica de las lanas, y aún en la actualidad, el 75% del valor de la lana se marca por su diámetro; por otro lado es un carácter fácilmente medible, ya que se ha automatizado su medición con sistemas como el OFDA,



cuyo uso está generalizado en la industria lanera; y por último, es el carácter que está marcando las innovaciones en la industria textil lanera, facilitando la aparición de las llamadas "lanas superfinas", de bajo micronaje, confeccionándose con ellas prendas de excepcionales cualidades y precios muy elevados.

En una simulación realizada buscando una respuesta directa tan solo sobre el diámetro de la fibra (figura 32), hemos comprado que de manera indirecta se vería muy perjudicada la longitud (-0,215) y el aumento del peso del vellón sería muy poco significativo (0,032). El peso del vellón representa la producción de lana, y para el ganadero es éste el carácter que le da los beneficios más directos, dado que actualmente el pago al ganadero se hace por kilogramos, sin realizar un claseo previo y sin medir los caracteres de la fibra. Por tanto es este uno de los más importante caracteres.

Cuando hemos realizado una simulación para comprobar la respuesta directa de una selección sobre el peso del vellón y para valorar las respuestas indirectas de dicha selección sobre diámetro, longitud y ondulaciones (figura 41), observamos una evidente mejora del peso de vellón (0,142), y una disminución del diámetro (-0,036), pero indirectamente se produce una disminución de la longitud (-0,06).

Por otra, parte hemos comprobado que una selección basada exclusivamente en diámetro de fibra y peso de vellón (figura 43) produce una respuesta directa importante sobre ambos caracteres (0,12 para el peso del vellón y -0,11 para el diámetro de fibra), pero de manera indirecta disminuye la longitud de la fibra.

Por tanto, hay que asociar diámetro de fibra con peso de vellón, buscando la respuesta óptima, que nos determine a su vez una pérdida de longitud de fibra mínima..

Para obtener estos objetivos es necesario la utilización de una selección basada en un índice de selección, como el obtenido en la simulación de la figura 44, con el que se coseguiría un resultado óptimo: disminuiría el diámetro de fibra (-0,026), se mantendría la longitud (0,0008), aumentaría el número de ondulaciones (0,695) y el peso del vellón (0,116).

A pesar de todo esto, quisimos ver la repercusión a corto y medio plazo del actual Esquema de Selección del Merino Autóctono Español basado exclusivamente en la mejora del crecimiento del cordero. Cuando hemos simulado los efectos indirectos que sobre los caracteres laneros tiene esta selección (figura 29), hemos encontrado una medio-baja respuesta en cuanto a mejora de diámetro (-0,02), un muy leve aumento del peso del vellón (0,033) y que no hay una disminución de la longitud (0,049). La consecuencia positiva



de esta simulación es que con el actual Esquema de Selección de Merino Autóctono Español no se va a producir una grave pérdida de las cualidades laneras de nuestros Merinos..

No obstante, ante el hipotético cambio del actual panorama lanero de nuestro país, con una revalorización de la producción de lana (o ante el planteamiento de la creación de una línea de merino especializada en producción lanera por parte de la Asociación), hemos llevado a cabo dos simulaciones donde incorporamos junto a una selección por peso vivo del animal, dos caracteres laneros (peso de vellón y diámetro de fibra) o tres (peso de vellón, longitud y diámetro de fibra). Para ello, hemos fijado una ganancia de peso vivo similar a la que se obtiene cuando el criterio de selección es únicamente el peso vivo, y, manteniendo la longitud se ha tratado de optimizar los valores de mejora en diámetro de fibra y peso de vellón. El resultado lo encontramos en las figuras 45 y 46. En la primera dando un alto peso económico al peso vivo (8) y un bajo peso al diámetro de fibra y peso de vellón (-1 y 1 respectivamente), obteniendo un índice para este modelo de selección:

$$I = -0,08 * D.F. + 0,13 * P.V. + 2,4 * P.Vivo$$

Y en la segunda simulación hemos tratado de mejorar los parámetros del peso de vellón y diámetro de fibra, manteniendo a 0 la mejora de la longitud y dejando a 0,7 la mejora del peso vivo. Con ello hemos mejorado respecto al anterior la respuesta sobre el diámetro de la fibra en 0,022 micras y sobre el peso del vellón en 0,0225 kg. En este caso el índice a utilizar sería:

$$I = -8 * D.F. + 9,16 * P.V. + 13,07 * L + 8,44 * P.Vivo$$



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL



CONCLUSIONES



1. A pesar de que hoy día, en la mayoría de los casos, el coste del esquila es similar o superior al valor económico de la lana, el aumento progresivo en las últimas décadas del número y producción de animales esquilados, y más específicamente de los merinos productores de lanas finas, junto a la creciente demanda de éstas por parte de la industria textil, nos hace concluir que este sector tiene un futuro prometedor si se realiza un esfuerzo mejorador, al menos en un porcentaje de la población, hacia una producción lanera de calidad.
2. Los resultados obtenidos en el presente trabajo confirman el hecho de que hoy en día, y principalmente debido a su orientación cárnica (y en algunas subpoblaciones lecheras), las características laneras de nuestro merino autóctono, a pesar de mantener su potencial, están lejos de ser competitivas con las de otras razas seleccionadas hacia la producción lanera. Para competir en el circuito internacional de la lana, es necesario realizar una mejora de su calidad, de las estructuras productivas y de su comercialización. Se tienen que presentar al mercado pilas uniformes y clasificadas en función de los parámetros determinantes de la calidad de la lana (principalmente diámetro, longitud y ondulaciones).
3. La depreciación por parte de la industria textil de las lanas con presencia de fibra heterotípica, debido a la dificultad para su tinción, hace que sea necesario realizar un esfuerzo para su eliminación, dado los elevados porcentajes de animales que presentan este carácter en la Raza Merina, en la actualidad. Hay que conseguir el máximo de homogeneidad en los lotes que se entregan tanto para este carácter como para diámetro y longitud de la fibra.
4. A pesar de que se considera que las características del vellón (peso) y de la fibra (diámetro, ondulaciones y longitud) están muy fijadas en la raza Merina, nuestros resultados han mostrado una elevada variabilidad en la mayoría de estos caracteres, tanto debido a causas ambientales como genéticas lo cual nos hace concluir que estos caracteres son susceptibles de una mejora genética. La parte de ésta que es debida a causas



ambientales debe ser corregida, mejorando y homogeneizando las características del sistema productivo si se quiere rentabilizar y hacer competitiva la producción lanera en el Merino.

5. La variabilidad de las características laneras ha sido debida principalmente a la marcada influencia de factores fisiológicos (encuadrados dentro del sexo), climáticos y nutricionales, englobados dentro de lo que se denomina "efecto ganadería", los cuales se deben incluir dentro del modelo genético de valoración para estos caracteres.
6. El primer factor que tradicionalmente ha marcado el precio de la lana ha sido el peso del vellón y su rendimiento al lavado. Al haber obtenido en este trabajo un peso del vellón sucio con un elevado grado de variabilidad y fuertemente influenciado por caracteres ambientales y fisiológicos, unido a su heredabilidad media y su correlación positiva con los otros caracteres laneros, hacen que éste sea a priori el principal carácter a seleccionar para incrementar la producción de lana del Merino Español.
7. La industria textil prima las fibras de fácil hilado y menor diámetro. En nuestro trabajo hemos encontrado para el carácter diámetro de la fibra unos valores que lo hacen situarse dentro del límite que marca la transición entre lana de tipo fina y media, que equivale a los tipos I y II de la clasificación española. Su importancia económica hace que sea un carácter de gran importancia en un programa genético de mejora de la lana. No obstante, su bajo coeficiente de variación y heredabilidad, hacen que a priori sea muy dificultosa la mejora de este carácter, aunque la creciente demanda de lanas "superfinas" nos hace necesario plantear un estudio de su rentabilidad económica con detenimiento.
8. La longitud de la lana adquiere gran importancia en el ámbito de la industria textil dado que va a condicionar su procesado, destinándose al cardado las de peor calidad y al peinado las lanas de mayor finura y longitud. La media que hemos obtenido en el Merino Autóctono para el carácter longitud de fibra es menor que las encontradas en la bibliografía para razas



- derivadas. Por consiguiente, un programa de selección encaminado a mejorar el rendimiento textil debe buscar como objetivo de selección mantener o incrementar la longitud de la fibra, carácter donde se ha obtenido la heredabilidad más alta.
9. A pesar de la importancia del número de ondulaciones en el rendimiento del hilado y en la manufactura de los tejidos, su alta correlación negativa obtenida con el diámetro de la fibra, carácter de mayor importancia económica hace que siempre que en un Programa de Selección se considere como criterio de selección la disminución del diámetro, lleve implícito un aumento en el número de ondulaciones, por lo que generalmente no es recomendable su inclusión como objetivo de selección.
 10. La simulación de un hipotético esquema de selección exclusivamente para caracteres laneros muestra una significativa reducción del diámetro y un aumento del peso del vellón y del número de ondulaciones, existiendo tan sólo una pérdida en cuanto a la longitud de la fibra.
 11. Aunque el actual Esquema de Selección del Merino Español no tiene en cuenta la mejora de la calidad lanera como objetivo de selección, las simulaciones genéticas realizadas, muestran que la selección para el crecimiento de los corderos determina una respuesta correlacionada ligeramente positiva sobre alguna de las características laneras y prácticamente nula sobre otras, por lo que el mantenimiento de los actuales criterios de selección no va a acentuar negativamente sobre el potencial lanero del Merino Español. No obstante, si se quiere mejorar las características laneras de nuestro merino es necesario añadir a los criterios de selección actuales las características del vellón y de la fibra.
 12. Los resultados que hemos obtenido de la simulación de la inclusión en el actual esquema de los caracteres laneros peso del vellón y diámetro de la lana nos hacen concluir que es posible mejorar estos últimos caracteres sin pérdida del actual progreso genético en crecimiento de los corderos aunque exista un ligero retroceso en longitud de la lana. Su inclusión con el



peso económico adecuado en un índice de selección junto a los anteriores evitaría esta tendencia negativa aunque a costa de un menor progreso genético en el resto de objetivos de selección.

13. Por último, consideramos que es fundamental incrementar la investigación en el campo de la lana, siendo el papel del científico facilitar a los criadores informaciones técnicas que les permitan responder al mercado, relacionar las lanas con sus utilidades finales, desarrollar genotipos y sistemas de producción que optimicen los recursos en un determinado entorno y es preciso desarrollar una estrategia de coordinación nacional para la producción lana, cuyo principal objetivo sea conseguir un precio máximo para el criador, basándose en la buena calidad de nuestra lana merina. Para ello habría que contar con una organización que recogiese, valorase, comercializase y promocionase la lana.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Ahmed, W., Dun, R.B.; Winston, R.W., 1963.** The efficiency of conversion of feed to wool in Merino flocks selected for and against fleece weight. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 3: 269-275.
- Ainsworth, W., 1999.** Cría de ganado ovino y producción lanar de calidad. Certificación de la lana para el mercado internacional. *Primeras Jornadas Europeas de la Lana "Agenda 2000-el sector lanar, un elemento de diversificación rural"*. Mérida (Badajoz).
- Asociación Nacional de Criadores de Merino, 1996.** La raza Merina en el Concurso Nacional Zafra 1996. Avances en Alimentación y Mejora Animal. Vol 36, N° 4-5. Julio-Octubre 1996. Pp. 9-15.
- Atkins, K.D., 1997.** Genetic Improvement of Wool Production. The Genetics of Sheep. Eds L. Piper and A. Ruwinsky. CAB International. Wallingford Oxon OX10 8DE, UK. Chapter 16: 471-504.
- Atkins, K.D.; Coelli, K.A.; Casey, A.E.; Semple, S.J., 1995.** Genetic differences among Merino blood lines from NSW wether comparisons (1983-1993). *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43 (1): 1-14.
- Banks, R., 1997.** Genetics of Lamb and Meat Production. In The Genetics of Sheep. Editors Piper, L. And Rubinsky, A. Cab International. 505-522.
- Barlow, R., 1974.** Selection for clean fleece weight in Merino sheep. II. Correlated responses to selection. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25: 973-994.
- Barría, N.; Montaldo, H.; Jara, A.; Martínez, V., 1995.** Selection index construction for the Corriedales breed in Magallanes, Chile. *6th World Congress on Genetic Applied to Livestock Production*. Armidale (Australia).
- Brash, L.D., 1994.** Advanced breeding techniques for wool sheep improvement. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 42 (4): 327-337.
- Brash, L.D.; Gilmour, A.R. and Fogarty, N.M., 1994.** Genetic parameters for Australian maternal and dual-purpose meatsheep breeds. II. Wool and reproduction in Corriedale sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. 45: 469-480.
- Bromley, C.M., Snowden, G.D. y Ven Vleck, L.D., 2000.** Genetic parameters among weight, prolificacy and wool traits of Columbia. *Journal of Animal Science*. Apr. 2000, 78: 846-858.
- Butler, K.L. and Dolling, M., 1992.** Calculation of the heritability of spinning fineness form phenotypic and genetic parameters of the mean and C.V. of fibre diameter. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43, pp. 1441-1446.
- Cardellino, R., Osório, J. Y Guerreiro J., 1987.** Genetic parameters of wool production traits for Corriedale sheep in Southern Brazil. *Rev. Brasil. Genet.* X, 3, 507-515.



- Cardellino, R., 1997.** Perspectivas internacionales del mejoramiento de ovinos productores de lana para vestimenta. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43-52.
- Cardellino, R., 1998.** International perspectives on breeding apparel wool sheep. 6th *World Congress on Genetic Applied to Livestock Production*. Armidale (Australia) 1998.
- Cardellino, R.A., Cardellino, R.C., Siewerdt, F., 2001.** Parámetros genéticos de caracteres de producción de lana en la raza Ideal (Polwarth). *Revista de producción ovina*. <http://www.sul.org.uy/esp.htm>.
- Cardellino, R., 2001.** Optimismo cauteloso en el Mercado lanero. Análisis nº 10. <http://www.sul.org.uy/esp.htm>.
- Castejón y Martínez de Arizala, R., 1926.** El Merino Andaluz. Tipografía artística. Zootecnia. Córdoba, 1926.
- Casy, A.E.; Atkins, K.D.; Coelli, K.A.; Cottle, D.J., 1995.** Merino central test sire evaluation: medium wool (1989-1993) and fine wool (1990-1993). *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43 (1): 30-46.
- Clark, M.J.; Whiteley, KJ., 1977.** Some aspects of the measurement of colour in raw wool. *Journal of the Textile Institute*. 69: 121-130.
- Cottle, D.J.; Russell, B.C.; Atkins, K.D., 1995.** Do Merino hoggets with "positive micron" have a propensity for "micron blowout"? *Proceedings of Australian Association of Animal Breeding and Genetics*. 11: 525-528.
- Crooks, B.J.; Piper, L.J.; Mayo, O., 1994.** Phenotypic association between fibre diameter variability and greasy wool staple characteristics within Peppin Merino. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 42 (4), 304-318.
- Damak, S., 1998.** Manipulation of fibre growth and characteristics through gene targeting to the wool follicle. *Ag. Biotech. News and Information*. Vol. 10, N° 12, pp. 391-396. Carterbury, New Zealand.
- Davis, G.P.; McGuirk, B.J., 1987.** Genetic relationships between clean wool weight, its components and related skin characters. Merino Improvement Programs in Australia. In ed. McGuirk. AWC, Melbourne (Australia). 189-206.
- Daza, A., 1996.** Producción de Lana. En: Producción Ovina: Zootecnia, Bases de Producción, Tomo VIII. Editor: Buxadé Carbó. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 381 pp.
- De Groot, G.J.J.B., 1995.** The use of effective fineness to determine the effect of wool-fibre diameter distribution on yarn properties. *J. Text. Inst.* 86, pp. 33-44.
- Díaz, R., 1951.** La raza Merina española. *II Congreso Internacional Veterinario de Zootecnia*. Madrid.
- Doak, B.T; Mahar, T.J., 1999.** The use of variable test specimen mass when measuring mean fibre diameter by airflow. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 47 (4): 266-280.
- Dolling, C.H., 1970.** *Breeding Merinos*. Rigby Ltd. Adelaide (Australia). 266 pp.



- Doney, J.M., 1983.** The Sheep Production. *Ed. Bullerworsh.* London (GBR). 23 pp.
- Dusausoy, F., 1999.** Cría de ganado ovino y producción lanar de calidad. *Primeras Jornadas Europeas de la Lana "Agenda 2000-el sector lanar, un elemento de diversificación rural"*. Mérida (Badajoz).
- Esteban, C., 2001.** Características morfológicas de la raza Merina. *FEAGAS*. N° 19: 88-96.
- Esteban, C.; Ambrona, J.; Barajas, F., 1998.** Caracterización de la lana de la raza merina en España. *FEAGAS*. 14: 90-99.
- Fegan, J.M., 1947.** Merino wool. *Grahame Book Company.* Sydney (Australia).
- Fish, V.E.; Mahar, T.J.; Crook, B.J., 1999.** Fibre curvature morphometry and measurement. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 47 (4): 248-265.
- Fogarty, N.M., 1995.** Genetic parameter for live weight, fat and muscle measurements, wool production and reproduction in sheep: a review. *Animal Breeding Abstracts*. Vol 63, March, 1995. N° 3.
- Fraser, A. y Stamp, J.T., 1989.** Ganado ovino: Producción y enfermedades. Cap. 6. Pp. 143-156. Madrid, 1989. Ed. Mundi-Prensa.
- Gifford, D.R.; Ponzoni, R.W.; Ancell, C.M.; Hynd, P.I.; Walkley, R.R.; Grimson, R.J., 1995.** Genetic studies on wool quality and skin characters of the Merino. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 43 (1): 24-29.
- Gillies, R.I.; Stadler, W., 1997.** A four year study of the ongoing effectiveness of flock ranking following a single testing for mean fibre diameter. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 1: 27-34.
- Graham, P.; Abraham, P.; Crean, J., 1995.** Wool tops as selling option. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 2: 111-123.
- Greeff, J.C.; Lewer, R.P.; Ponzoni, R.W.; Purvis, I., 1995.** Staple strength: Progress towards elucidating its place in Merino breeding. *Proceedings of Australian Association of Animal Breeding and Genetics*. 11: 595-601.
- Greeff, J.C., 2000.** Same genetics for staple strength in autumn and spring-shorn wool. The Wool Press. The Newsletter of the Cooperative Research Centre for Premium Quality Wool.
- Gregory, I.P. and Ponzoni, R.W., 1981.** Genetic studies of South Australian Merino sheep. I. Genetic change in fleece and body traits. *Australian Journal of Agricultural Research*. 32, pp. 641-655.
- Groeneveld, E.; García-Cortés, A., 1998.** VCE 4.0. A covariance component package for frequentist and Bayesians. *6th World. Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* Armidale (Australia). 27: 455.
- Hamilton, B.A.; Langlands, J.P., 1969.** Efficiency of wool production of grazing sheep. Differences between Merino sheep selected for high and low fleece weight. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 9, 249-253.



- Hassall, A., 1992.** In Report prepared for the Economic Research Advisory Committee. *Wool Research and Development Council*. 125-169.
- Hatcher, S., 2000.** Fine wools generate higher returns. Finewool Outwest. NSW Agriculture, Australia. *6th World Congress on Genetics Applied to livestock production*. Armidale, NSW Australia.
- Hickson, J.D.; Swan, A.A.; Kinghorn, B.P.; Piper, L.R., 1995a.** Maternal effects at different ages in Merino sheep. *Proceeding of Australian association of Animal Breeding and Genetics*. Adelaide 11: 416-420.
- Hickson, J.D.; Kinghorn, B.P.; Piper, L.R.; Swan, A.A., 1995b.** Micron blowout using available genetic variation. *Proceeding of Australian association of Animal Breeding and Genetics*. 11: 529-533.
- Hunter, L., Turpie, D.W.F., Gee, E., 1984.** The effect of wool fibre properties on worsted processing performance and on yarn and fibre properties. SAWTRI Technical Report, n° 502.
- Hyder, M.W.; Thompson, A.N.; Doyle, P.T.; Tamaka, K.; Poppi, D.P., 1996.** The effect of feed on offer during spring on liveweight change in broad and fine wool Merino wethers. *Twenty first biennial conference*. Brisbane, Australia. 8-12 Julio 1996. 309-312.
- Hynd, P.I., 1995.** Skin and follicle-based selection for wool production and quality. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 43(1): 15-23.
- Hynd, P.I.; Ponzoni, R.W.; Grimson, R.; Jaensch, K.S.; Smith, D.; Kenyon, R., 1996.** Wool follicle and skin characters their potential to improve wool production and quality in Merino sheep. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 3: 167-177.
- International Wool Secretariat, 1996 et sqq.** Wool Premiums and Discounts: análisis of Wool Sold at Auction. Quaterly series published by IWS and Wool International, Melbourne.
- Iglesias, J., 1951.** Tradición Merina trashumante en Oncala (Soria). II Congreso Veterinario de Zootecnia. Sociedad Veterinaria de Zootecnia. Madrid.
- Jackson, J., 1998.** The New Zealand wool industry: Its past and its future. *Proceedings of the Vth World Merino Conference*. New Zealand, 1998.
- Jackson, N. and Roberts, E.M., 1970.** Comparison of three Australian Merino strains for wool and body traits. I. Genetic means of studs and strains and their interactions with years and sexes. *Australian Journal of Agricultural Research*. N° 21, pp. 815-835.
- Jackson, N.; Rottenbury, R.A., 1994.** Style Metrology. Specification of Australian Wool and its Implication for Marketing and Processing. *CSIRO and IWS*. Sydney, Australia. 14 pp.
- Jackson, P.J.; Semple, S.J.; Gilmour, C.J., 1990.** Genetic parameters for wool production and quality traits in South Australian Merinos of the Collinsville family group. *Australian Journal of Agricultural Research*. 41: 583-594.



- James, J.W., 1998.** Aspects of the inheritance of age changes. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 3: 291-295.
- James, P.J., Ponzoni, R.W., Walkley, J.R.; Whiteley, K.J., 1990.** Genetic parameters for wool production and quality traits in South Australian Merinos of the Collinsville family group. *Australian Journal of Agricultural Research*. 41, 583-594.
- Kennedy, J. P., 1986.** *II Conferencia Mundial del Merino*. Tomo 2. 209-216.
- Kinghorn, B.P.; Atkins, K.D., 1987.** Heterosis in crosses between Merino strains and bloodlines and its exploitation. In: Merino Improvement Programs in Australia. Australian Wool Corporation. *Leura, N.S.W.* 389-407.
- Kristeson, M., 1999.** Cría de ganado ovino y producción lanar de calidad. Producción lanera y medioambiente. *Primeras Jornadas Europeas de la Lana "Agenda 2000-el sector lanar, un elemento de diversificación rural"*. Mérida (Badajoz).
- Lamb, P.R.; Yang, S., 1994.** The effect of Wool Properties on Spinning Performance and Yarn Properties. Specification of Australian Wool and its Implications for marketing and Processing. *CSIRO and IWS, Sidney*. 11 pp.
- Laguna, E., 1986.** Historia del Merino. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Madrid
- Lax, J.; Swan, A.A.; Purvis, I.W., 1995.** Genetic and phenotypic relationships involving subjectively assessed "style" traits in hoggets from the CSIRO fine wool flock. *Proceedings of Australian Association of Animal Breeding and Genetics*. 11: 521-524.
- Lewer, R.P., Woolaston, R.R. and Howe, R.R., 1992.** Studies of Western Australian Merino Sheep. I. Stud, strain and environmental effects on hogget performance. *Australian Journal of Agricultural Research*. 43, pp. 1381-1397.
- Lewer, R., 1993a.** Sheep breeding: Heritability. Senior Research Officer, Great Southern Agricultural Research Institute, Katanning. Western Australia. <http://www.agric.wa.gov.au/agency/Pubns/farmnote/1993/F05293htm>
- Lewer, R., 1993b.** Sheep Breeding: Genetics and phenotypic correlations. Senior Research Officer, Great Southern Agricultural Research Institute, Katanning. Western Australia. <http://www.agric.wa.gov.au/agency/Pubns/farmnote/1993/F05693htm>
- Lewer, R.; Li, Y., 1994.** Some aspects of selection for staple strength. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 42, 103-111.
- Lewer R., 1997.** Sheep breeding: Heritability. Western Australia. <http://www.agricwa.gov.au>
- M.A.P.A., 1999.** Anuario de Estadísticas. Efectivos y producciones ganaderas. Capítulo 23. Lana y pieles. <http://www.mapya.es/info/pags/anuar-99/cap23-lanaypiel/indice-cap-23.htm>



- MacLeod, I., 1998.** Selection Merino rams on early wool measurements. Great Southern Agricultural. Australia. 1998
- Mann, T.L.; Ponzoni, R.W.; Polkinghorne, R.W., 1980.** Response to partial selection on clean fleece weight in South Australian strong wool Merino sheep. V. Estimation of genetic gain by contemporary comparison of progeny of sires two years apart in age. *Australian Journal of Agricultural Reserch.* 31:1029-1035.
- Martins, M. and Chabert, J., 1999.** Cartilha do Tosquiador. Direcção-geral de Desenvolvimento Rural. Lisboa. 10-22.
- Mayo, O.; Crook, B.; Lax, J.; Swan, A.; Hancock, T.W., 1994.** The determination of fibre diameter distribution. *Wool Tecnology and Sheep Breeding.* 3: 231-236.
- Madeley, T., Mahar, T., Postle, R., 1995.** Crimp and handle of fine Merino wool. *Proc. 9th Intert. Wool Textile Res. Conf.* Vol. II, pp. 182-192.
- McColl, A., 2000.** Understanding Micron Reports. USA. <http://www.ymccoll.com>
- McGuirk, BJ., 1980a.** Selection for wool production in Merino sheep. In: Selection Experiments in laboratory and Domestic Animals. *Robertson, A. (Ed).* Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, UK. pp. 176-197
- McGuirk, BJ., 1980b.** Selection for wool production. In: Haresing, W. (ed.) *Sheep Production.* Butterworths, London, pp 545-566.
- McMahon, P.R., 1975.** Genetic and environmental influences on variability of fibre fineness in Merino wool.. Wool technology and Head, School of Wool & Pastoral Sciences. The University of New South Wales. Australia.
- McMaster, J.C., 1994.** La Función del Merino en el Desarrollo de Razas de Dobnle Propósito. IV Congreso Mundial del Merino. Montevideo, Uruguay. 183-208.
- Merchant, M. And Russel, A.J.F., 1999.** Speciality wool production in Europe. Economic, Genetic and Management Aspects of Fine Fibre Production. Zurich, 1999.
- Minola, J. y Goyenechea, J., 1971.** Praderas y Lanares. *Ed. Hemisferio Sur.* 361 pp.
- Montero, A., 1959.** Zootecnia. Lana y pelo en los óvidos. *Revista AVIGAN.* N° 83.
- Moore, G.P.M., Jackson, N., Isaacs, K. And Brown, G., 1995.** Estimating densities of original and derived secondary wool follicles in sheep. *Wool Tecnology and Sheep Breeding.* N° 43, pp. 263-267.
- Mortimer, S.L.; Atkins, K.D., 1994.** Direct and maternal additive genetic effects on wool production of Merino sheep. In: *Proceedings of 5th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production.* Guelph, Canadá, Vol. 18. Pp. 103-106.
- Muñoz, G., 2000.** Lana: situación actual y perspectivas para el año 2001. OPYPA ANUARIO 2000. http://www.magap.gub.uy/opypa/Anuario2000/Monitoreo/4_Lanas.htm
- Naylor, G.R., 1998.** Fibre diameter distribution in sale lots and tops. *Wool Tecnology and Sheep Breeding.* 2: 144-153.



- Naylor, G.R.; Hansford, K.A., 1999.** Fibre end diameter properties in processed top relative to the staple for wool grown in a Mediterranean climate and shorn in different seasons. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 47(2): 107-117.
- Okut, H.; Bromley, C.M.; Van Vleck, L.D.; Snowden, G.D., 1999.** Genotypic expression at different ages: II. Wool traits of sheep. *Journal of Animal Science*. 77(9):2366-2371.
- Oliart, A.; Barajas, F.; Esteban, C.; Miguelez J.J.; Álvarez, J.; González-Piñero, D.; Ambrona, J.; Rodero, A.; Valera, M.; Molina, A.; y Cámara MC., 2001.** Catálogo de Sementales de la Raza Merina 2000. Unidad de Veterinaria. Departamento de Genética. Universidad de Córdoba.
- Palet, D., 1993.** La voluminosidad de las lanas españolas. *Revista Labranza*. N° 12, noviembre-diciembre 1993.
- Palet, D., 1997.** Medida del color de las lanas españolas. *Revista de Química textil*. N° 133, julio 1997. Pg. 56-62.
- Pattie, I.W. and Barlow, R., 1974.** Selection for clean fleece weight in Merino sheep. I. Direct response to selection. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25, pp. 643-655.
- Pattinson, R.D.; Whiteley, K.J., 1984.** Appraisal and measurement of the colour of Australian wool and the role of colour insale by description. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 32, 181-189.
- Paz, A.; Calahorra, F., 1993.** Análisis económico de las producciones ovinas. *Ovis*. 24:55-64.
- Piacenza, C., 1999.** Las lanas europeas en el mercado mundial. *Primeras Jornadas Europeas de la Lana "Agenda 2000-el sector lanar, un elemento de diversificación rural"*. Mérida (Badajoz).
- Piper, I.R.; Dolling, C., 1966.** Variation in the sulphur content of wool of Merino sheep associated with genetic differences in wool-producing capacity. *Australian Journal of Biological Sciences*. 19, 1179-1182.
- Ponzoni, R.W., 1995.** Genetic evaluation and performance recording services for Merino sheep in Australia: progress to date. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43(2): 87-110.
- Purvis, I., 1997.** Much Ado About Crimp. CSIRO Finewool Newsletter. Issue 10. October 1997.
- Rendel, J.M. and Nay, T., 1978.** Selection for high and low ratio and high and low primary density in Merino sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. N° 29, pp. 1077-1086.
- Robards, G.E. and Patties, W.A., 1967.** Selection for crimp frequency en the wool of Merino sheep. I. Direct response to selection. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 7, pp. 552-558.
- Robards, G.E., Williams, A.; Hunt, M., 1974.** Selection for crimp frequency in the wool of Merino sheep. 2. Efficiency of conversion of fool to wool. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 14, 441-448.



- Rogan, I.M., 1984.** Selction for wool production. *Proceedings of 2nd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*. Pretoria. South African Stud Book and Livestock Improvement Association. Bloemfontein, pp. 367-378.
- Rogan, I.M., 1988.** Genetic variation and covariation in wool characteristics related to processing performance ant their economic significance. *Proceedings of 3rd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*. Paris, vol. 2. INRA, pp. 383-407.
- Rose, M., 1996.** Heritabilities for production characters in Merino Sheep. *Sheep Breeding*. Australia.
- Rubio M., 1947.** Estudio zootécnico general de la especie ovina. I Congreso Veterinario de Zootecnia. Sociedad Veterinaria de Zootecnia. Madrid.
- Ryder, M., 1987a.** Evolución del Vellón de la lana. *Investigación y Ciencia*, 126:84-92.
- Ryder, M., 1987b.** New Techniques in Sheep Production. 3-10 (Ed. Fayeze, I.; Marai, M. y Owen, J.B.). Butterworths.
- Sánchez-Belda, A., 1965.** Diez temas sobre el rebaño (Tomo III). *SEA Ministerio de Agricultura*. Madrid. Pp. 188.
- Sánchez-Belda, A.; Sanchez, C., 1986.** Razas ovinas españolas. MAPA, 887 páginas.
- Saville, D. and Robards, G., 1972.** Efficiency of conversion of food to wool in selected and unselected Merino types. *Australian Journal of Agricultural Research*. 23, 117-130.
- Schlink, A.C.; Mata, G.; Lewis, R.M., 1998.** Consequences of differing wool growth rates on staple strength of Merino wethers with divergent staple strengths. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 46(3): 271-285.
- Schlink, A.C.; Clark, S.K.; Murray, A.M., 1999.** Using staple tex profiles as an alternative to fibre diameter profiles in Merino sheep. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 47(2): 118-127.
- Scrivener, C.J.; Vizard, A.L.; Hansford, K.A., 1999.** The valuation of superfine wools in relation to their topmaking performance. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 47(4): 241-247.
- Seitinger, H., 1999.** Primeras Jornadas Europeas de la Lana "Agenda 2000-el sector lanar, un elemento de diversificación rural". Cría de ganado ovino y producción lanar de calidad. Mérida.
- Sherlock, R.G. and Garrick, D.J., 1995.** Impact of breeding technologies on the genetic gain of a Merino flock. *Proc. NZ Soc. Anim. Prod.* 55, pp. 278-280.
- Stakan, G.A., Soskin, A.A., Khabukhayev, E.D., 1974.** Changes of genetical and phenotypical correlations of basic selectioned features in fine-wool sheep ontogenesis. Institute of Cytology and Genetics Siberian Branch Acad. Sci., USSR.
- Stevens, D.; Crowe, D.W., 1994.** Style and Processing Effects. Specification of Australian Wool and its Implications for Marketing and Processing. CSIRO and IWS, Sydney, 12 pp.



- SUL, 2000.** Desarrollo de la producción de lanas finas y superfinas en Uruguay. Proyecto INIA - SUL (Secretariado Uruguayo de la Lana). <http://www.sul.org.uy/DesarrolloProdLanasFinas.htm>
- Sutton, J.M.; Williams, A.J.; Nicol, H.I., 1995.** The influence of skin wrinkle on some attributes of skin and wool. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43(3): 183-195.
- Taylor, P.J., 1993.** The Effect on Wool Quality of long term selection for increased fleece weight. *Final report to the Australian Wool Corporation*. NSW Agriculture. Trangie, 15 pp.
- Toomey, B.J., 1984.** Manejo, clasificación y utilización de la lana. Boletín de Servicios Agrícolas de la FAO. Roma, 1984.
- Torshizi, R.V.; Raadson, K.W.; Nicholas, F.W., 1995.** An investigation for the potential for early (indirect) selection in Australian Merino Sheep. *Proceedings of Australian Association of Animal Breeding and Genetics* 11, 314-317.
- Tosh, J.J.; Kemp, R.A., 1995.** Effect of trait definition on heritability of litter size in sheep. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 43(3): 196-201.
- Turner, H.N.; Brooker, M.G.; Dolling, C.H., 1970.** Response to selection in Australian Merino Sheep. III. Single character selection for high and low values of wool weight and its components. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29:79-112.
- Turner, H.N., Dolling, C.H.S. and Kennedy, J.F., 1968.** Response to selection in Australian Merino Sheep. I. Selection for high clean wool weight, with a ceiling on fibre diameter and degree of skin wrinkle. Response in wool and body characteristics. *Australian Journal of Agricultural Research*. 19:79-112.
- Turner, H.N. and Dunlop, A.A., 1974.** Selection for wool production. I Congreso Mundial de Genética Aplicada a la Producción Ganadera. Madrid.
- Turner, H.N.; Jackson, N., 1978.** Response to selection in Australian Merino Sheep. VIII. Further results on selection for high clean wool weight with attention to quality. *Australian Journal of Agricultural Research*. 29:615-629.
- Unal, N., 1995.** Some important traits of central Anatolian Merino Sheep and construction of a selection index to improve these traits. *Thesis abstract service Health Science Institute. University Faculty of Veterinary Medicine*. Ankara. Turkey.
- Von Bergen, W., 1970.** Wool Handbook. 3 vol. 3^o edición (1963-1970).
- Ward, L., 1997.** Price recovery has a sting. *CSIRO. Finewool Newsletter*, 10:1-3.
- Watson N.; Jackson N.; Whiteley K.J.; 1977.** Inheritance of the resistance to compression property of Australian Merino wool and its genetic correlation with follicle curvature and various wool and its genetic correlation with follicle curvature and various wool and body characters. *Australian journal of Agricultural Research* 28: 1083-1094.



- Whiteley, K.J., 1994.** The influence of wool fibre characteristics on processing and garment performance. IV World Merino Congress, Montevideo, Uruguay. SUL, Montevideo, pp. 209-227.
- Williams, A.J.; Winston, R.J., 1965.** Relative efficiencies of conversion of feed to wool at three levels of nutrition in flocks genetically different in wool production. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 5, 390-395.
- Williams, A.J.; Robards, G.E.; Saville, D.G., 1972.** Metabolism of cystine by Merino sheep genetically different in wool production. II. The responses in wool growth to abomasal infusions of l-cystine or dl-methionine. *Australian Journal of Biological Science* 25: 1269-1276.
- Williams, A.J., 1987.** Speculations on the biological mechanisms responsible for genetic variation in the rate of wool growth. In: *Black and Reis (Eds.) Physiological and Environmental Limitations to Wools Growth*. 337-354 pp. UNE, Armidale.
- Wray, N.R.; Goddard, M.E., 1994.** Moet breeding schemes for wool sheep. Designe alternatives. Selection for adult fleece traits. *Animal Production*. 59(1): 71-98.
- Wuliji, T.; Dodds, K.G.; Andrews, R.N.; Turner, P.R.; Wheeler, R., 1998.** Responses to fleece weight selection and heritability estimates of wool characteristics in Romney sheep. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 3: 250-254.
- Wuliji, T.; Dodds, K.G.; Land, J.T.L.; Andrews, R.N.; Turner, P.R., 1999.** Responses to selection for ultrafine Merino sheep in New Zealand. Wool production and wool characteristics of ultrafine fibre diameter selected and control Merino yearlings. *Livestock Production Science*. 58 (1999) 33-44.
- Yamin, M.; Hynd, P.I.; Ponzoni, R.W.; Hill, J.A.; Pitchford, W.S.; Hansford, K.A., 1999.** Is fibre diameter variation along the staple a good indirect selection criterion for staple strength. *Wool Tecnology and Sheep Breeding*. 47(3): 151-158.
- Zarazaga, I., rodero, A., Garzón, R. y Vallejo, M., 1977.** II Consideraciones Históricas acerca del ganado Merino Español. En *Fundamentos Históricos y Genéticos del Merino Español*. Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba. 21-63



RESÚMENES



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL



La importancia de la producción lanera en el Merino ha disminuido en las últimas décadas debido a la competencia comercial de las fibras naturales vegetales y las sintéticas derivadas del plástico. Sin embargo, en algunos países del Hemisferio Sur (Australia, Nueva Zelanda, Sudáfrica, Argentina y Uruguay) la producción lanera sigue constituyendo uno de sus principales objetivos de selección.

A pesar de que la producción lanera en el Merino español representa, en la actualidad una importancia económica muy limitada, siendo en ocasiones el equivalente a los costes del esquila, existen razones históricas, culturales y de seguridad para el futuro que aconsejan no descuidar las características de la lana en esta raza. Según los resultados obtenidos, a través del estudio económico de una explotación tipo de Merino español con el fin de cuantificar el beneficio que supone la lana con respecto a la cuenta global de la explotación, la producción de lana genera tan solo un 2% del beneficio global.

Con el presente trabajo se ha caracterizado la producción lanera actual del Merino Autóctono Español a través del estudio de la fibra heterotípica, del diámetro de la fibra, longitud de la fibra, número de ondulaciones y el peso del vellón en 1869 animales. Los valores medios obtenidos han sido, para el porcentaje medio de ausencia de fibra heterotípica en la descendencia, de $86,04 \pm 0,532\%$; y en cuanto a los caracteres de la fibra; de $21,31 \pm 0,0285 \mu$ para el diámetro, de $6,92 \pm 0,0234$ cm. para la longitud, de $66,19 \pm 0,231$ para el número de ondulaciones por decímetro y de $4,17 \pm 0,853$ Kg. para el peso del vellón. Los coeficientes de variación de los anteriores parámetros han sido respectivamente de 12,48%, 5,78%, 14,59%, 15,08% y 20,41%. Se han tenido en cuenta como posibles factores de incidencia en los caracteres analizados los siguientes: la edad de los animales, el sexo, la ganadería, el año de nacimiento, el tipo de parto (simple o doble) y la calificación morfológica. Los dos factores más significativos han sido la ganadería seguida del tipo animal.

También se ha llevado a cabo en este trabajo un estudio de los parámetros genéticos de las principales características laneras del Merino Autóctono Español, pues es fundamental antes de iniciar cualquier tipo de acción selectiva conocer la situación actual de las características laneras del Merino y sus parámetros genéticos (heredabilidad y correlaciones genéticas), utilizando los datos de unos 2257 merinos y siguiendo la metodología BLUP modelo animal. Las heredabilidades obtenidas reflejan valores medios-bajos ($h^2_{\text{finura}}=0,081 \pm 0,049$; $h^2_{\text{longitud}}=0,218 \pm 0,060$; $h^2_{\text{ondas}}=0,106 \pm 0,050$; $h^2_{\text{peso_vellón}}=$



0,132±0,118), propio de razas, que como el Merino, poseen estos caracteres muy fijados, al incluirse dentro del propio prototipo racial.

Las correlaciones fenotípicas entre las características que definen la calidad lanar y que han resultado estadísticamente significativas han sido entre finura-ondulaciones (-0,78), finura-peso del vellón (0,30), ondulaciones-peso del vellón (-0,27) y entre longitud-peso del vellón (0,27). Las correlaciones genéticas entre las distintas variables han oscilado entre los valores de 0,748±0,222 para el diámetro con la longitud y de -0,630±0,159 para la longitud con ondulaciones.

Finalmente se ha llevado a cabo una simulación a través del programa informático Genup acerca del posible progreso genético que se puede obtener seleccionando o no los caracteres laneros que hemos estudiado en la presente Tesis Doctoral, teniendo en cuenta que el actual Esquema de Selección del Merino autóctono español tiene como principal objetivo la mejora de la producción cárnica.



The importance of wool production in the Merino breed has diminished over the last decades due to commercial competition with the natural vegetable fibres and petroleum-derived synthetic fibers. Nevertheless in some countries in the southern hemisphere (Australia, New Zealand, South Africa, Argentina and Uruguay), wool production is still a primary selection factor.

In spite of the fact that wool production in the Spanish Merino at the present time is very limited, there are historical, cultural and long range reasons for not neglecting the characteristics of the wool in this breed. According to the obtained results, through economical studies of a Native Spanish exploitation in order to quantify the profits wool generates respect to the global account of the exploitation, wool production generates only 2% of the total benefits.

In this paper present-day wool production in the native Spanish Merino breed was characterized through the study of the fiber heterotopic, number of crimp, the staple length, the fleece weight and the fiber diameter in 1869 animals. The medium values obtained were: $66,19 \pm 0,231$ for the crimp, $6,92 \pm 0,0234$ cm. for the staple length, $4,17 \pm 0,853$ Kg. for the fleece weight and $21,31 \pm 0,0285$ μ for the fiber diameter. The variation coefficients of the previous parameters were 15,08%, 14,59%, 5,78% and 20,41%. The following were taken into account as possible incidental factors in the variables analyzed: the animals age, sex, flock, year of birth, type of birth (single or double) and morphological qualification.

It is fundamental before initiating any type of selective action to know the present situation of the Merino wool features and their genetic parameters (heritability and genetic correlations), using the data from 2257 Merino sheep and following the BLUP animal model method. In this study, the genetic parameters of the principal wool characteristics of the Spanish Autochthonous Merino sheep were obtained. The heritabilities obtained reflect low-average values ($h^2_{\text{fiber diameter}} = 0.081 \pm 0.049$; $h^2_{\text{staple length}} = 0.218 \pm 0.060$; $h^2_{\text{crimp}} = 0.106 \pm 0.050$; $h^2_{\text{fleece weight}} = 0.132 \pm 0.118$), appropriate for breeds such as Merino that possess very fixed features, being included within its own racial prototype.

The phenotype correlations among the characteristics that define the quality of the wool were statistically significant between fiber diameter-crimp (-0.78), fiber diameter-fleece weight (0.30), crimp-fleece weight (-0.27) and between staple length-fleece weight (0.27). The genetic correlations between



the different variables ranged between the values of 0.748 ± 0.222 for fiber diameter with staple length and -0.630 ± 0.159 for staple length with crimp.

Finally a simulation through the Genup computer programme has been done about possible genetic progress that it can be obtained choosing (selecting) or not, the wool characters that we have studied on this present doctoral thesis, having into account that the actual Scheme of Selection of Native Spanish Merino has as a main objective the improvement of the meat production.



L'importance de la production lainière chez le Mérinos a diminué pendant les dernières décades à cause de la concurrence des fibres naturelles végétales et des fibres synthétiques dérivées du pétrole. Cependant, dans certains pays de l'Hémisphère Sud (l'Australie, la Nouvelle Zélande, l'Afrique de Sud, l'Argentine et l'Uruguay) la production lainière continue à être un des principaux objectifs de sélection.

Bien que la production lainière du Mérinos représente actuellement une importance économique très limitée, étant parfois dans certaines occasions l'équivalent aux coûts de la tondaison, il existe des raisons historiques, culturelles et de sécurité pour le futur qui conseillent de ne pas négliger les caractéristiques de la laine de cette race. Selon les résultats obtenus à travers l'étude économique d'une exploitation type de Mérinos Espagnol, afin de quantifier le bénéfice que suppose la laine en relation avec le compte global de l'exploitation, la production de laine engendre seulement un 2% de bénéfice global.

Le travail caractérise la production lainière actuelle du Mérinos Autochtone Espagnol à travers l'étude de la fibre hétérotypique, du diamètre de la fibre, de la longueur de la fibre, le nombre d'ondulations et le poids de la toison chez 1869 animaux. Les valeurs moyennes obtenues ont été, pour le pourcentage moyen d'absence de fibre hétérotypique dans la descendance, de $86,04 \pm 0,532\%$; et pour les caractéristiques du fibre; de $21,31 \pm 0,0285 \mu$ pour le diamètre, de $6,92 \pm 0,0234$ cm. Pour la longueur, de $66,19 \pm 0,231$ pour le nombre d'ondulations par décimètre et de $4,17 \pm 0,853$ Kg. Pour le poids de la toison. Les coefficients de variation des paramètres antérieurs ont été respectivement de 12,48%, 5,78%, 14,59%, 15,08% y 20,41%. Les facteurs possibles d'incidence tenus en compte dans les caractères analysés sont été les suivantes: l'âge des animaux, le sexe, le troupeau, l'âge de naissance, le type d'agnelage (simple ou double) et la qualification morphologique. Les deux facteurs les plus significatifs ont été celui du troupeau suivi de celui du type d'animal. Dans ce travail une étude des paramètres génétiques des principaux caractères lainiers du Mérinos Autochtones Espagnol a été également menée à bien car il est fondamental, avant de commencer n'importe quel type d'action sélective, de connaître la situation actuelle des caractéristiques lainières du Mérinos et de ses paramètres génétiques (héritages et corrélations génétiques), utilisant les données de 2257 Mérinos et suivant la méthodologie BLUP modèle animal. Les données d'hérédité obtenues reflètent des valeurs moyennes-basses ($h^2_{\text{finesse}} = 0,081 \pm 0,049$; $h^2_{\text{longueur}} = 0,218 \pm 0,060$; $h^2_{\text{ondes}} = 0,106 \pm 0,050$; $h^2_{\text{poids toison}} = 0,132 \pm 0,118$) propre des races, qui comme la race Mérinos, possède ces caractères très fixes en s'incluant dans le propre prototype racial.



Les corrélations phénotypiques entre les caractéristiques qui définissent la qualité lainière et qui ont résulté statistiquement significatives ont été entre finesse et ondulations (-0,78), entre longueur et poids de la toison (0,30), ondulations et poids de la toison (-0,27) et entre longueur et poids de la toison (0,27). Les corrélations génétiques entre les différentes variables ont oscillé entre les valeurs de $0,748 \pm 0,222$ pour le diamètre avec la longueur et de $-0,630 \pm 0,159$ pour la longueur avec ondulations.

Enfin, il a été mené à bien une simulation à travers le programme informatique Genup au sujet du possible progrès génétique que l'on peut obtenir en sélectionnant ou non les caractères lainiers que nous avons étudiés dans la présente thèse Doctorale, en tenant compte que l'actuel Schéma de Sélection du Mérinos Autochtone Espagnol a pour principal objectif l'amélioration de la production de la viande.



A importância da produção de lã de Merino diminuiu nas últimas décadas como resultado da concorrência comercial das fibras naturais vegetais e das fibras sintéticas derivadas do plástico. Ainda assim, em alguns países do Hemisfério Sul (Austrália, Nova Zelândia, República da África do Sul, Argentina e Uruguai) a produção de lã continua a constituir um dos principais objectivos de selecção.

Embora a produção de lã no Merino espanhol tenha actualmente uma importância económica deveras limitada, sendo por vezes o seu valor equivalente aos custos da tosquia, existem razões históricas, culturais e de garantias para o futuro que apontam no sentido de não negligenciar as características da lã nesta raça. De acordo com os resultados obtidos através do estudo económico de uma exploração padrão de Merino espanhol, com o objectivo de quantificar a receita que representa a lã relativamente aos resultados económicos totais da exploração, a produção de lã gera apenas cerca de 2% dos lucros globais.

Neste trabalho caracterizou-se a produção de lã actual do Merino Autóctone Espanhol, através do estudo da fibra heterotípica, do diâmetro da fibra, comprimento da fibra, número de ondulações e peso do velo em 1869 animais. Os valores médios obtidos para a percentagem média de ausência de fibra heterotípica na descendência foram de $86,04 \pm 0,532\%$; quanto às características da fibra, os valores obtidos foram de $21,31 \pm 0,0285 \mu$ para o diâmetro, $6,92 \pm 0,0234$ cm para o comprimento, de $66,19 \pm 0,231$ para o número de ondulações por decímetro e de $4,17 \pm 0,853$ Kg para o peso do velo. Os coeficientes de variação dos parâmetros anteriores foram, respectivamente, de 12,48%, 5,78%, 14,59%, 15,08% e 20,41%. Consideraram-se os seguintes possíveis factores de incidência nos caracteres analisados: idade dos animais, sexo, ganadaria, ano de nascimento, tipo de parto (simplex ou duplo) e classificação morfológica. Os factores mais significativos foram em primeiro lugar a ganadaria, e em seguida o tipo animal.

Uma vez que antes de se iniciar qualquer tipo de selecção é essencial conhecer a realidade actual das características laníferas do Merino, assim como os seus parâmetros genéticos (heritabilidade e correlações genéticas), realizou-se ainda um estudo dos parâmetros genéticos das principais características laníferas do Merino Autóctone Espanhol, utilizando os dados de 2257 animais e seguindo a metodologia BLUP modelo animal. As heritabilidades obtidas revelam valores médios a baixos ($h^2_{\text{fineza}} = 0,081 \pm 0,049$; $h^2_{\text{comprimento}} = 0,218 \pm 0,060$; $h^2_{\text{ondulações}} = 0,106 \pm 0,050$; $h^2_{\text{peso_velo}} = 0,132 \pm 0,118$), próprios de raças que, como o Merino, têm estes caracteres muito fixados, já que estes estão incluídos no próprio padrão da raça.



As correlações fenotípicas entre características que definem a qualidade da lã, que demonstraram ter significado estatístico foram as seguintes: fineza-ondulações (-0,78), fineza-peso do velo (0,30), ondulações-peso do velo (-0,27) e comprimento-peso do velo (0,27). As correlações genéticas entre as distintas variáveis oscilaram entre valores de $0,748 \pm 0,222$ para a relação entre diâmetro e comprimento, e de $-0,630 \pm 0,159$ para a relação entre comprimento e ondulações.

Finalmente, realizou-se uma simulação, recorrendo ao programa informático Genup, acerca do possível progresso genético que se pode obter seleccionando, ou não, os caracteres laníferos que estudámos nesta Tese de Doutoramento, tendo em conta que o actual Esquema de Selecção do Merino autóctone espanhol tem como principal objectivo o melhoramento da produção de carne.



NOTAS



CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO ESPAÑOL



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
<i>ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN LANERA</i>	11
<i>ESTRUCTURA DE LA LANA</i>	19
LA LANA	19
EL VELLÓN	22
LA MECHA	26
LA FIBRA	27
<i>FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA LANA</i>	32
<i>CARACTERÍSTICAS LANERAS DEL MERINO</i>	35
<i>LA ESQUILA</i>	39
MÉTODOS DE ESQUILA	40
ALMACENAMIENTO	42
CLASEO	42
<i>VALORACIÓN ECONÓMICA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA LANA</i>	43
<i>SELECCIÓN DEL GANADO LANAR</i>	47
PARÁMETROS GENÉTICOS PARA VALORAR LA PRODUCCIÓN DE LANA DEL MERINO.	49
<i>Peso del vellón</i>	49
<i>Rendimiento lanero</i>	50
<i>Diámetro de fibra.</i>	51
<i>Materia Vegetal</i>	51
<i>Resistencia de la Fibra</i>	52
<i>Longitud de fibra</i>	52
<i>Ondulación</i>	52
RESPUESTAS OBTENIDAS A LA SELECCIÓN.	52
OBJETIVOS DE SELECCIÓN EN PROGRAMAS DE MEJORA LANERA DE OVINO MERINO	55
<i>PRODUCCIÓN LANERA E INDUSTRIA</i>	59
<i>NUEVAS TENDENCIAS</i>	61
MATERIAL Y MÉTODOS	65
<i>MATERIAL</i>	67
FIBRA HETEROTÍPICA.	67
1.- <i>Número de animales en función del año de nacimiento.</i>	67
2.- <i>Número de animales en función de la ganadería de nacimiento.</i>	68
CARACTERÍSTICAS LANERAS: PESO DEL VELLÓN, DIÁMETRO DE LA FIBRA, LONGITUD DE LA FIBRA Y NÚMERO DE ONDULACIONES DE LA FIBRA.	69
1.- <i>Número de animales en función del sexo y la edad.</i>	69
2.- <i>Número de animales en función del año de nacimiento.</i>	69
3.- <i>Número de animales en función del tipo de parto.</i>	70
4.- <i>Número de animales en función de la ganadería de nacimiento.</i>	71
5.- <i>Número de animales en función de la puntuación morfológica.</i>	72



METODOLOGÍA UTILIZADA.	73
TOMA DE MUESTRAS	73
ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE INFLUENCIA SOBRE LA LONGITUD, FINURA, ONDULACIONES Y PESO DEL VELLÓN. PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS	74
ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN LANAR EN ESPAÑA Y DE LA RENTABILIDAD DE UNA EXPLOTACIÓN DE MERINO	75
ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS GENÉTICOS.	78
ESTIMACIÓN DEL PROGRESO GENÉTICO MEDIANTE PROGRAMA DE SIMULACIÓN	78
RESULTADOS	81
<i>ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN LANAR EN ESPAÑA</i>	<i>83</i>
<i>ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LA LANA</i>	<i>87</i>
<i>FIBRA HETEROTÍPICA</i>	<i>91</i>
<i>DIÁMETRO DE FIBRA (FINURA DE LA LANA)</i>	<i>92</i>
<i>LONGITUD DE LA FIBRA</i>	<i>96</i>
<i>NÚMERO DE ONDULACIONES DEL VELLÓN</i>	<i>99</i>
<i>PESO DEL VELLÓN</i>	<i>102</i>
<i>PARÁMETROS GENÉTICOS</i>	<i>106</i>
<i>SIMULACIÓN GENÉTICA</i>	<i>107</i>
DISCUSIÓN	123
<i>ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN LANERA EN ESPAÑA.</i>	<i>127</i>
<i>ANÁLISIS DE LOS CARACTERES LANEROS ESTUDIADOS</i>	<i>128</i>
FIBRA HETEROTÍPICA	128
DIÁMETRO DE FIBRA	129
LONGITUD DE FIBRA	132
ONDULACIONES	134
PESO DE VELLÓN SUCIO	136
<i>ANÁLISIS POR SIMULACIÓN DEL PROGRESO GENÉTICO ESPERADO</i>	<i>140</i>
CONCLUSIONES	145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
RESÚMENES	163
NOTAS	173