

Actualización en Producción Ovina *2010*

Editado por

JP Mueller y MI Cueto

**Departamento de Producción Animal
Estación Experimental Agropecuaria Bariloche
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria**

Septiembre 2010

Memorias

**VIII Curso de Actualización en Producción Ovina
San Carlos de Bariloche, 27 al 30 de setiembre de 2010**

**INTA EEA Bariloche
Paraje Villaverde
Bote Modesta Victoria 4450
San Carlos de Bariloche (8400)
Río Negro, Argentina**

Foto de tapa:

Corriedale en Ea La Correntina, Provincia Santa Cruz, gentileza de Francisco Milicevic.

**Impreso en Imprenta Feher, San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina.
ISBN: 978-987-1623-82-2**

Indice

	<i>Página</i>
<i>Prólogo</i>	<i>v</i>
<i>Autores</i>	<i>vii</i>
• Ambiente y sistemas ovinos de producción en la provincia de Río Negro. <i>Sebastián Villagra</i>	<i>1</i>
• Manejo nutricional de la majada para la producción de lana y carne. <i>Celso Giraudo, Laura Villar</i>	<i>15</i>
• Ecto y endoparásitos. Epidemiología y control. <i>Fermín Olaechea</i>	<i>39</i>
• Enfermedades infecciosas de los ovinos en Patagonia. <i>Carlos Robles</i>	<i>55</i>
• Conservación seminal e inseminación artificial en ovinos. <i>Marcela Cueto y Alejandro Gibbons</i>	<i>61</i>
• Transferencia y vitrificación de embriones. <i>Alejandro Gibbons y Marcela Cueto</i>	<i>79</i>
• Diseño e implementación de planes de mejoramiento genético. <i>Nicolás Giovannini, Joaquín Mueller y Franca Bidinost</i>	<i>97</i>
• Progreso genético y evaluación económica de programas de mejora genética. <i>Joaquín Mueller</i>	<i>117</i>
• Estrategias del sector lanero para mejorar e incrementar su uso entre las fibras textiles. <i>Diego Sacchero</i>	<i>141</i>
• Tecnología de carne ovina: Calidad de carne. <i>María Zimmerman</i>	<i>169</i>
• Tecnología de carne ovina: Calidad de la canal. <i>Ernesto Domingo</i>	<i>181</i>
• Evaluación económico-financiera de tecnologías en sistemas de producción ovina, bajo diferentes contextos. <i>Marcos Easdale</i>	<i>192</i>
• Actualidad económica de la producción ovina en Patagonia Norte. <i>Leonardo Claps</i>	<i>211</i>
<i>Anexos</i>	<i>viii</i>
• Producción de carne ovina en las provincias de Río Negro y Neuquén. <i>Franca Bidinost</i>	<i>219</i>
• Empleo de la condición corporal como indicador para el manejo de la majada y la calidad de la canal. <i>Laura Villar y María Zimmerman</i>	<i>221</i>

Prólogo

Es un orgullo presentar los avances y novedades en conocimientos y técnicas de producción ovina, basados en las contribuciones de especialistas en los diferentes temas, que actuaron como docentes en el VIII Curso de Actualización en Producción Ovina realizado en Bariloche entre el 27 y el 30 de septiembre del año 2010. En el libro se abordan aspectos del ambiente y de los sistemas de producción, manejo, nutrición, sanidad, reproducción, genética, lana y carne ovina.

La consigna general ha sido la de enfatizar novedades y presentarlas en forma teórica o conceptual, por lo que se supone que la información es de interés general aunque los ejemplos y la experiencia de los autores inevitablemente son regionales y puede haber sesgos en ese aspecto.

Agradecemos el esfuerzo de todos los autores que han respondido a nuestra convocatoria con sus manuscritos. En la tarea de compatibilizar y uniformar los diferentes capítulos y temas, nos propusimos no alterar los contenidos y pedimos comprensión al lector por eventuales desprolijidades.

Con el presente libro estamos dando continuidad a la documentación de los cursos que organiza INTA Bariloche desde 1978. A nuestro entender, estos cursos han sido relevantes en la formación de recursos humanos y para reunir a quienes con la misma especie trabajan en diferentes ámbitos, permitiendo forjar lazos de trabajo y amistad que seguramente contribuyen al desarrollo de la producción ovina nacional.

La organización del curso implicó el trabajo de muchas personas a quienes queremos agradecer en estas líneas. Agradecemos a todos los integrantes del Departamento de Producción Animal de INTA Bariloche y muy especialmente a la Señora Patricia López que tuvo a su cargo la secretaría del curso y la compilación del presente libro.

Finalmente agradecemos al INTA y a la Ley Ovina por su contribución en el financiamiento de este libro.

JP Mueller, FV Olaechea y CG Giraudó

Septiembre del 2010

Autores

- *Bidinost Franca, Ing Agr, Dra.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: fbidinost@bariloche.inta.gov.ar
- *Claps Leonardo, Lic en Economía Agropec.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: lclaps@bariloche.inta.gov.ar
- *Cueto Marcela, Ing Agr, Dra.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: mcueto@bariloche.inta.gov.ar
- *Domingo Ernesto, Méd Vet, PhD.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: edomingo@bariloche.inta.gov.ar
- *Easdale Marcos, Ing Agr, MSc.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: measdale@bariloche.inta.gov.ar
- *Gibbons Alejandro, Méd Vet, Dr.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: agibbons@bariloche.inta.gov.ar
- *Giovannini Nicolás, Lic en Genética, MSc.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: ngiovannini@bariloche.inta.gov.ar
- *Giraud Celso, Ing Agr, MSc.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: cgiraud@bariloche.inta.gov.ar
- *Mueller Joaquín, Ing Agr, PhD.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: jmueller@bariloche.inta.gov.ar
- *Olaechea Fermín, Méd Vet, PhD.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: folaechea@bariloche.inta.gov.ar
- *Robles Carlos, Méd Vet, MSc.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: crobles@bariloche.inta.gov.ar
- *Sacchero Diego, Ing Zoot.*
INTA EEA Bariloche, CC 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: dsacchero@bariloche.inta.gov.ar
- *Villagra Sebastian, Ing. Agr, PhD.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: svillagra@bariloche.inta.gov.ar
- *Villar Laura, Ing. Agr, MSc.*
INTA EEA Bariloche CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: lvillar@bariloche.inta.gov.ar
- *Zimerman Maria, Ing. Zoot, MSc.*
INTA EEA Bariloche, CC. 277 (8400) Bariloche, Río Negro
Tel/fax: (02944) 422731. Email: mzimerman@bariloche.inta.gov.ar

Ambiente y sistemas ovinos de producción en la provincia de Río Negro

Sebastián Villagra

1. Introducción

La provincia de Río Negro se caracteriza por ser la más poblada y diversificada de la Patagonia en cuanto a sus actividades productivas. De acuerdo a la Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Río Negro (DGEyC) en el período 1993-2005 su PBG se repartía en un 63% en el sector terciario (comercio y servicios) 18% en el sector secundario (industria, electricidad, construcción), y 18% en el sector primario (Agropecuario, Minería y Pesca). Dentro del sector primario, la fruticultura, la minería y la pesca son las actividades de mayor importancia, relegando a la ganadería a un plano de menor importancia económica.

Si bien la producción ovina no ocupa un lugar preponderante en lo que hace al PBG provincial, es el principal sustento de más de 2300 familias que viven en las regiones más despobladas e inhóspitas de la provincia. Sumado a esto, es la actividad económica motora para los 6 departamentos menos habitados de la provincia (Pilcaniyeu, Ñorquinco, El Cuy, 9 de Julio, 25 de Mayo y Valcheta) donde habitan 34.000 personas en su mayoría distribuidas en 9 municipios a los que se suman 31 parajes con comisiones de fomentos y la zona rural (DGEyC 2010). Por lo tanto si de importancia territorial se trata, se podría decir que la ganadería ovina es de fundamental importancia en el 56% del territorio de la provincia.

Debido a diversas características geográficas y climáticas de las zonas donde se ubican la mayoría de los establecimientos agropecuarios dedicados a la cría ovina, sumado a características diferenciales en las tipologías de productores asociados a esta actividad, sería imposible hablar de un único sistema de producción ovina. En este sentido y basados en diversos trabajos realizados sobre características productivas, biofísicas y socioeconómicas en la provincia de Río Negro (Cabrera 1976, Bran *et al.* 2000, Villagra 2005, Easdale *et al.* 2009, Godagnone y Bran 2009), podemos decir que hay al menos dos regiones claramente diferenciadas en las que se desarrolla la producción ovina:

- 1- La Patagonia Extra Andina Occidental, una región natural que comprende las regiones ecológicas del Oeste de la provincia, exceptuando la cordillera.
- 2- El Monte Austral Rionegrino, que comprende el área ecológica del mismo nombre.

En la Figura 1 se pueden observar las diferentes regiones ecológicas para la provincia de Río Negro.

En esta exposición trataremos de ver como los ambientes de estas dos zonas condicionan los sistemas de producción y estos a su vez necesitan de diferentes estrategias para sobrevivir a estos condicionamientos.

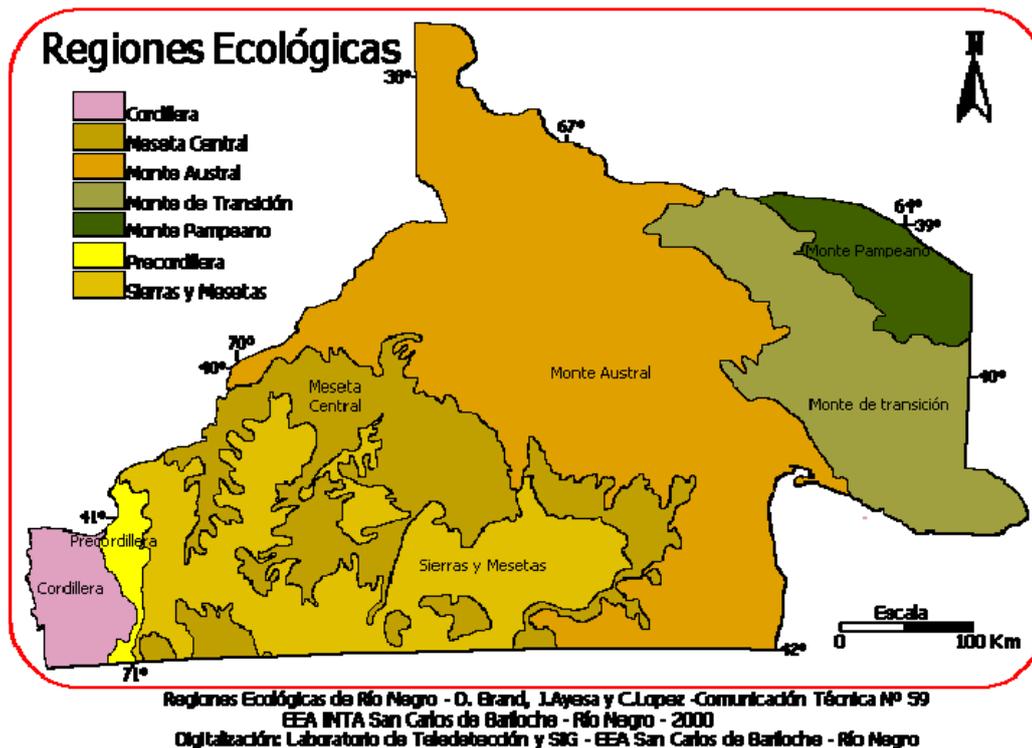


Figura 1. Regiones ecológicas de Río Negro.

2. La Patagonia Extra Andina Occidental

2.1 Ubicación

De acuerdo a Godagnone y Bran (2009), la Patagonia Extra Andina Occidental es una de las “Regiones Naturales” que presenta la provincia de Río Negro. Si bien ocupa una superficie de 7.544.200 hectáreas, o un 37,4% de la superficie provincial, se puede decir que esta es un área homogénea en cuanto a aspectos climáticos, hídricos, geomorfológicos, edáficos y de vegetación. Según la clasificación hecha por Bran *et al.* (2000) esta región natural comprende las regiones ecológicas de Precordillera, Sierras y Mesetas Occidentales y Meseta Central. De acuerdo a la clasificación de Cabrera (1976) esta región natural coincide con la Provincia fitogeográfica Patagonia.

2.2 Clima

Desde el Oeste hacia el Este las precipitaciones disminuyen rápidamente. Desde Bariloche hasta Pilcaniyeu (60 km) la precipitación disminuye en el orden de 10 a 12 mm por km desde 1000 a 300 mm (Figura 2). En unos 250 km, desde la zona más occidental hasta la más oriental se suceden desde climas húmedos, con déficit de agua sólo en primavera y verano, hasta áridos en Maquinchao, con un marcado déficit de agua casi todo el año.

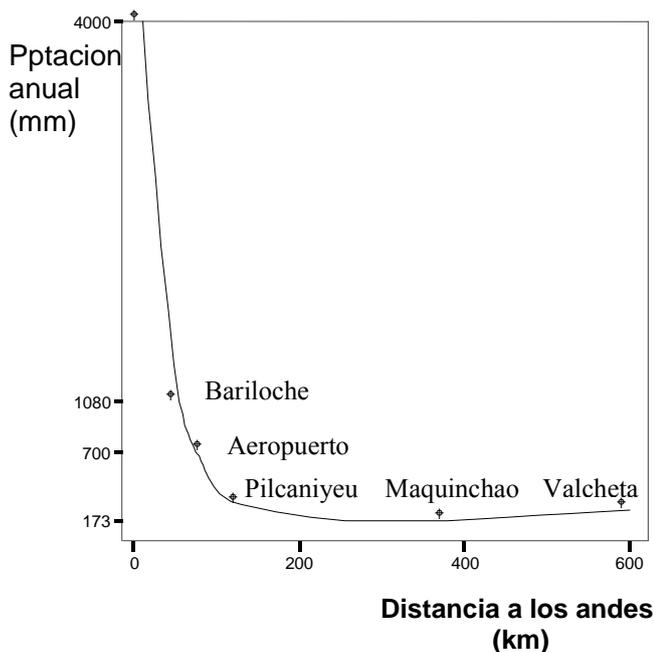


Figura 2. Precipitación anual según la distancia a los andes.

2.3 *Relieve*

Desde el punto de vista geomorfológico presenta un relieve variado en donde se han distinguido serranías, colinas y planicies, así como amplias mesetas recubiertas por coladas de lava y depresiones sin salida. Esta es la región con la mayor altimetría de la provincia, comenzando a partir de los 600 msnm en el área de la meseta central, subiendo a regiones con alturas superiores a los 900 msnm que se incrementan hasta superar los 1200 msnm en las zonas altas de la meseta de Somoncurá.

2.4 *Vegetación*

Como ya se dijo, este ambiente se corresponde fitogeográficamente con la Provincia Patagónica. Aquí predominan las estepas, cuya cobertura total y forma de vida está determinada por la combinación del gradiente de precipitaciones, la altura (relacionada con la temperatura y el balance hídrico), los suelos (cuya textura y profundidad se relacionan con la dinámica del agua) y la exposición (relacionada con la irradiación solar y el viento fundamentalmente) (Godagnone y Bran 2009).

En el sector occidental donde las precipitaciones superan los 300 mm y con altimetrías superiores a los 1100 msnm predominan las estepas gramíneas de *Festuca pallens* “coirón blanco o coirón dulce”. Estas se extienden hacia el Oeste por las sierras y mesetas donde encuentran niveles altimétricos más altos.

Entre los 900 y 1200 msnm, con precipitaciones entre 200 y 300 mm anuales y sobre sierras, mesetas basálticas y sedimentarias se encuentran las estepas arbustivo-gramíneas bajas. Aquí predominan los arbustos *Mulinum spinosum* “neneo”,

Senecio spp. “charcaos” y las gramíneas perennes cespitosas localmente llamadas coirones, principalmente *Stipa speciosa* “coirón amargo” y en menor medida *Poa ligularis* “coirón poa”.

En los sectores más áridos, con precipitaciones menores a 200 mm anuales, sobre peniplanicies, mesetas sedimentarias y sierras bajas y en alturas que oscilan entre 700 y 900 msnm la vegetación se conforma de estepas arbustivas bajas. Los arbustos dominantes son *Nassauvia glomerulosa* “colapiche”, *N. axillaris* “uña de gato”, *Chuquiraga avellanadae* “quilembay” y *Stillingia patagónica* “mata de perro”. Las gramíneas que dominan son *Stipa speciosa* y *S. humilis*.

Hacia el Norte y el Oeste de esta región natural se encuentra un ecotono Patagonia-Monte, con estepas arbustiva-graminosas medias de *Prosopis denudans* “algarrobillo patagónico”, *Schinus johnstoni* “molle” y *Lycium chilense* “yaoyin”. En el estrato arbustivo inferior se encuentran *Mulinum spinosum* “neneo”, *Senecio* spp. “charcaos” siendo la gramínea más común *Stipa humilis* “coirón llama” y *S. speciosa* (León *et al.* 1998, Bran *et al.* 2000).

Toda la región se caracteriza por presentar mallines, que son áreas con vegetación azonal. Estos son humedales que se ubican en relieves plano-cóncavos, ocupando posiciones bajas del paisaje y que recibe aportes de agua superficial o subsuperficial, con anegamiento permanente o temporáneo. Esta acumulación permite una alta producción de forraje, principalmente en primavera y verano. Los mallines se estima que ocupan entre un 1 y un 5% de la superficie, con mayor abundancia hacia el oeste. La vegetación varía en función a un gradiente hidrológico, relacionado con el período de anegamiento y el descenso de la napa de agua. En general, la productividad de los mallines disminuye con su localización en la región, siendo los mallines de zonas más altas y en general más al oeste denominado mallines dulces, con especies predominantes como *Juncos balticus* “junco”, debajo del cual aparece un tapiz cerrado de *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale*, *Eleocharis albibracteata* y *Partia repens*. Hacia el Este y en zonas más bajas se encuentran los mallines salinos caracterizados por la presencia de *Juncos balticus* y *Distichlis* spp., de menor productividad.

2.5 Características de los sistemas de producción

La Patagonia Extrandina Occidental se caracteriza por poseer un alto porcentaje de pequeños productores. Easdale *et al.* (2009) realizaron una caracterización de los productores de esta región basándose en datos del censo 2002. De acuerdo a la dotación de animales y al tipo de mano obra empleada en el establecimiento se distinguieron 4 tipo social agrario: 1) Empresario: con más de 1200 unidades ganaderas ovinas o UGO (1 UGO= 1 capón de 40 kg) y más del 50% de la mano de obra contratada; 2) Familiar Capitalizado: con más de 1200 UGO y más del 50% de la mano de obra familiar; 3) Minifundista: con menos de 1200 UGO y más del 50% de la mano de obra familiar y 4) No familiar no capitalizado: con menos de 1200 UGO y más del 50% de la mano de obra contratada. En la Tabla 1 se muestran los resultados de este estudio.

Tabla 1. Cantidad de explotaciones agropecuarias y UGO totales por tipo social agrario, en la región de Patagonia.

Tipo Social Agrario	EAP	UGO Totales
Empresario	3,9 %	26,0 %
Familiar Capital	6,3 %	20,1 %
Minifundista	82,5 %	48,1 %
No Familiar No Capitalizado	7,3 %	5,8 %
Total	1.059	667.437

Fuente: Easdale *et al.* (2009).

Complementariamente, un estudio realizado por Villagra (2005) sobre 77 productores de menos de 1200 UGO en esta región natural, encontró que el promedio de ovinos por productor es de menos de 400, la explotación promedio es de 2155 has, no poseen el perímetro alambrado en su totalidad y carecen de infraestructura adecuada para el manejo del pastoreo (Tabla 2).

Tabla 2. Principales características de establecimientos con ovinos en dos regiones ecológicas de la provincia de Río Negro (promedio, desvío estándar entre paréntesis).

	Area Ecológica	
	Sierras y Mesetas n= 30	Meseta Central n= 47
Ovejas (cabezas)	360 (356)	375 (334)
Caballos (cabezas)	17 (13)	15 (9)
UGO totales	671 (447)	623 (427)
Tamaño de explotación (ha)	2156 (1750)	2155 (1531)
Carga animal (ha/UGO)	3.4 (3.1)	3.7 (2.1)
Perímetro alambrado (%)	79.3 (28)	72.0 (37)
Número de potreros	1.7 (1.1)	1.3 (1.0)

Fuente: Villagra (2005).

Este mismo estudio encontró que si en el total de los ingresos de los sistemas ovinos de pequeños productores se incluye el consumo familiar y el incremento del stock ganadero, más del 55% de los ingresos provienen de la venta de lana. Sin embargo si sólo se toman en cuenta los ingresos en efectivo, el valor de la lana vendida genera el 83% de los ingresos, siendo el restante 17% producto de la venta de corderos. Esto nos indica que estamos frente a un sistema orientado fundamentalmente a la producción de lana y que la producción de carne es solo un subproducto que se utiliza para autoconsumo, siendo marginal el excedente para venta.

La dependencia de la lana ha llevado a recurrentes crisis a estos sistemas. Cambiar esta realidad implica disminuir la importancia de la lana en los ingresos aumentando la proporción de ingresos por la venta de carne, fundamentalmente corderos. Pero esto implica modificar el manejo de estos sistemas en algunas de sus fases (Giraudó *et al.* 1999).

Pérdidas de corderos del 30-35% al momento de la señalada son normales (Mueller 1980, Giraud *et al.* 2000, Villagra 2005, Fernández Abella *et al.* 2010). En algunos años a estas pérdidas de corderos se le pueden adicionar un 20% durante el invierno, haciendo difícil la reposición de animales. Es por ello que es común encontrar majadas con un alto porcentaje de animales envejecidos, o con reposiciones por pulso, en función de cuan benigno hayan sido los años (Villagra 2002).

Factores como el frío, la malnutrición y la predación hacen que la producción de corderos sea baja en esta región. La velocidad del viento y las bajas precipitaciones son los principales factores que limitan la producción de forraje al comienzo de la primavera, y consecuentemente restringen la fuente de energía para las ovejas durante el último tercio de gestación, el período donde la demanda de energía es mayor (McAdam 1985). Si la primavera avanza y el incremento del viento no es acompañado por aumentos de temperatura, las condiciones de viento helado pueden causar la muerte por congelamiento de los corderos recién nacidos (Coronato 1999). La predación es un factor que existe pero es difícil de documentar su impacto. Algunos estudios realizados en esta región muestran que la predación de corderos por zorro colorado puede llegar hasta el 50% (Olaechea *et al.* 1983).

2.6 Tecnologías para incrementar la sustentabilidad de los sistemas de producción

Basados en la realidad anteriormente descrita, a finales de la década del 90 se comenzaron a desarrollar una serie de prácticas en el campo Experimental del INTA en Pilcaniyeu, que mostraron ser efectivas para aumentar la eficiencia de producción de corderos en esta región natural.

Una de estas prácticas consiste en cerrar mallines al pastoreo con alambrado eléctrico durante gran parte del año para ser utilizado a finales de invierno y principios de primavera, con ovejas en avanzado estado de gestación y mantenerlas allí hasta la señalada. Como se describió anteriormente, esta es una región que se caracteriza por poseer mallines, que son de alta productividad de forraje por unidad de superficie y además el forraje que produce es de alta calidad.

De esta manera se logra:

Evitar el déficit de energía de las ovejas durante el último tercio de gestación y los primeros días de lactancia

Disminuir las pérdidas de corderos por predación, al poder controlar un área de parición más reducida.

Una práctica posterior a esta consiste en construir cobertizos de bajo costo dentro de estas áreas de parición para realizar un encierre nocturno. De esta manera se logra reducir aún más las pérdidas por congelamiento.

Los resultados experimentales mostraron que fue posible incrementar la supervivencia de corderos hasta la señalada encima del 80% en el caso de cierre de mallines, y cuando además se utilizaron cobertizos esta se incrementó por encima del 95% (Villagra 2002). Posteriormente estas prácticas fueron llevadas a sistemas reales

de producción, lográndose similares resultados (Giraudó *et al.* 1999, Giraudó *et al.* 2002).

Hoy luego de más de una década de utilización de estas prácticas por diferentes productores de la región, con resultados similares a los descriptos, queda demostrado que es posible incrementar el número de corderos para venta con esta sola modificación en los sistemas de producción.

Por otro lado se ha demostrado que es una práctica de bajo costo, que se recupera en el corto plazo. En un capítulo posterior se retomará este tema haciendo un análisis costo-beneficio de esta inversión.

3. Monte Austral Rionegrino

3.1 Ubicación

El Monte Austral Rionegrino está ubicado en la zona central de la provincia de Río Negro (Figura 1). Esta es la región ecológica más extensa, ya que ocupa una superficie de 8.419.775 hectáreas y representa el 41,52% del territorio provincial extendiéndose desde el norte y en forma de cuña hacia el estesudeste de la provincia. Se corresponde con la Provincia Fitogeográfica del Monte (Cabrera, 1976). De acuerdo a Godagnone y Bran (2009), el monte Austral, junto con el Monte Pampeano y el Monte de Transición conforman la “Regiones Naturales” Patagonia Extra andina Oriental.

3.2 Clima

De acuerdo a la clasificación de Thornwaite, tiene un clima árido mesotermal, con poco o ningún excedente de agua y baja concentración térmica de verano (Godagnone y Bran 2009). Se ubica entre las isohietas de 150 mm al oeste, pasando por la de 200 mm y su límite oriental coincide con la silleta de 250 mm. Si bien su temperatura media se ubica entre las isotermas de 12 y 15 °C, durante el invierno las temperaturas medias van entre los 2 y 6 °C, con heladas entre Abril y Octubre que pueden ser de temperaturas inferiores a los 0 a los -10 °C. Mientras que en verano las temperaturas máximas absolutas superan los 42 °C. La temperatura, junto con los vientos semipermanentes hacen que no exista ninguna estación del año con exceso de agua, por el contrario la deficiencia anual supera los 500 mm anuales.

3.3 Relieve

El relieve de esta región ecológica está compuesto por planicies estructurales cubiertas por rodados, depresiones sin salidas y llanuras aluviales. La altitud no supera los 600 msnm y se encuentran depresiones por debajo del nivel del mar.

3.4 Vegetación

La vegetación predominante es una estepa arbustiva media correspondientes a la Provincia Fitogeográfica de Monte (Cabrera 1976).

Las estepas arbustivas medias de *Larrea* spp. (*L. nitida* “jarilla crespá”, *L. divaricata* “jarilla hembra” y *L. cuneifolia* “jarilla macho”) y *Schinus jhonstonii* están asociadas a las colinas rocosas y los sectores de mayor altitud de esta región, como las zonas vecinas a la Meseta de Somoncurá, que es la zona as árida y menos cálida.

Las estepas arbustivas medias de *Atriplex lampa* “zampa” ocupan los sectores más bajos asociados a suelos salinos y están asociadas a otras especies halófitas como *Suaeda divaricata* y *Ciclolepis genistoides*. También pueden asociarse al *Prosopis* alpataco “alpataco”, *Larrea divaricata* y *L. cuneifolia*. En general se puede decir que la vegetación sigue un gradiente creciente de salinidad desde los sectores medios y altos de jarilla hacia los sectores bajos de zampa. El estrato gramíneo domina la *Stipa humilis* “coirón llama” a las que se suman *S. speciosa* “coirón duro”, *S. neai* “coirón pluma” y en menor medida *S. tenuis* (flechilla).

3.5 Características de los sistemas de producción

De acuerdo al estudio hecho por Easdale *et al.* (2009) citado anteriormente, en el Monte Austral Rionegrino un 74,4% de los productores poseen menos de 1200 UGO. Sin embargo el sector familiar capitalizado es el que posee la mayor cantidad de animales en esta región (Tabla 3).

Tabla 3. Proporción de explotaciones agropecuarias (EAP) y UGO totales por tipo social agrario, en la región del Monte Austral Rionegrino.

Tipo Social Agrario	MONTE AUSTRAL	
	EAP	UGO Totales
Empresario	5,7 %	16,4%
Familiar Capitalizado	19,9 %	48,3%
Minifundista	63,2 %	29,7%
No Familiar No Capitalizado	11,2 %	5,6%
Total	527	507.829

Fuente: Easdale *et al.* (2009).

Villagra (2005) quien trabajó sobre una muestra de 29 productores de esta región, encontró que el promedio de ovinos por productor es mayor que en a Patagonia Extrandina Occidental, al igual que la superficie de los establecimientos, la cual es casi el doble (Tabla 2). También el números de UGO totales es mayor aunque no directamente proporcional al tamaño de los establecimientos, ya que la receptividad pro ha de esta región es menor. En cuanto a infraestructura, se encontró que en general casi la totalidad de los perímetros se encuentran alambrados, sin embargo el número de potreros es insuficiente para realizar un adecuado manejo del pastizal (Tabla 4).

Tabla 4. Principales características de establecimientos con ovinos en el Monte Austral Rionegrino (promedio, desvío estándar entre paréntesis)

	n=29
Ovejas (cabezas)	660 (443)
Caballos (cabezas)	22 (14)
UGO totales	1020 (613)
Tamaño de explotación (ha)	4192 (2693)
Carga animal (ha/UGO)	4.8 (3.3)
Perímetro alambrado (%)	98.0 (6)
Número de potreros	1.6 (1.1)

A pesar de que esta región no es la que posee la mayor cantidad de ovinos, es de interés estratégico para la producción ovina provincial, ya que es aquí donde se produce la primicia de corderos. Debido a sus características climáticas de inviernos templados, con escasa ocurrencia de precipitación nívea, la época de parición comienza en Agosto, unos dos meses antes que en la zona de Precordillera (Departamentos Ñorquinco y Pilcaniyeu) y el área ecológica de Sierras y Mesetas Occidentales (la mayoría de los departamentos 25 de Mayo, 9 de Julio y sur de Valcheta). Esto hace posible comenzar a comercializar los primeros corderos en Octubre en especial para la fecha correspondiente al “Día de la Madre” y por consiguiente el precio obtenido suele más alto que el que se obtiene a partir de diciembre con los corderos producidos en las otras áreas ecológicas antes mencionadas (Villagra *et al.* 2009).

Por otro lado la producción de lana en esta región ecológica tiende a ser de importancia algo menor sobre el sistema comparada con otras zonas de la provincia. Esto se debe a que al ser la vegetación del monte más alta y arbustiva, el roce del animal es mayor, aumentando la cantidad de materia vegetal contenida en la lana y bajando el rinde al peine de las mismas. Por otro lado una proporción de lana se pierde al quedarse atrapada entre las espinas de los arbustos, disminuyendo así también la cantidad de lana cosechada.

Estas características antes mencionadas, de mayor precio de los corderos y menor calidad y cantidad de lana, hacen que la proporción de ingresos derivados de la producción de corderos sea significativamente alta en estos sistemas ganaderos. Por lo tanto cualquier circunstancia externa o interna que genere una disminución de este producto, repercutirá en grandes pérdidas económicas para los productores de esta región (Villagra *et al.* 2008).

Esta región es la que sufre mayores variaciones en la producción, asociados generalmente a sequías. Varios trabajos demuestran que el Monte Austral Rionegrino presenta menores receptividades ganaderas por hectárea (Bertiller *et al.* 2002, Bertiller y Ares 2008), respecto de la región de Patagonia (Golluscio *et al.* 1998, Villagra 2005). Asimismo, existen evidencias de que las estepas del Monte tienen una mayor variabilidad interanual de la productividad primaria neta aérea, respecto

de las estepas patagónicas (Fabricante *et al.* 2001, 2004). Ambas características podrían estar indicando que en términos de condiciones para la producción ganadera, la región del Monte Austral tendría mayor marginalidad respecto a la región de Patagonia (Easdale *et al.* 2009).

Si bien se sabe que esta región tiene emergencias productivas recurrentes, existe poca información publicada sobre las repuestas de los sistemas productivos a las sequías. Villagra *et al.* (2009) trabajaron en 6 establecimientos ganaderos registrando datos de producción animal, dieta y producción vegetal durante el período 2006-2009. Se encontró que este período de estudio coincidió con una sequía que comenzó antes de iniciar el 2007 que se prolongó hasta abril de 2008. En la Figura 3 se compara el patrón mensual de lluvias registradas en 2007 y 2008, con el promedio de lluvias registrado en los últimos 8 años, en dos establecimientos bajo estudio de esta área ecológica. El promedio anual 2001/2009 para esta región fue de 197 mm, mientras que en el año 2007 fue de 66 mm y para 2008 fue de 171 mm.

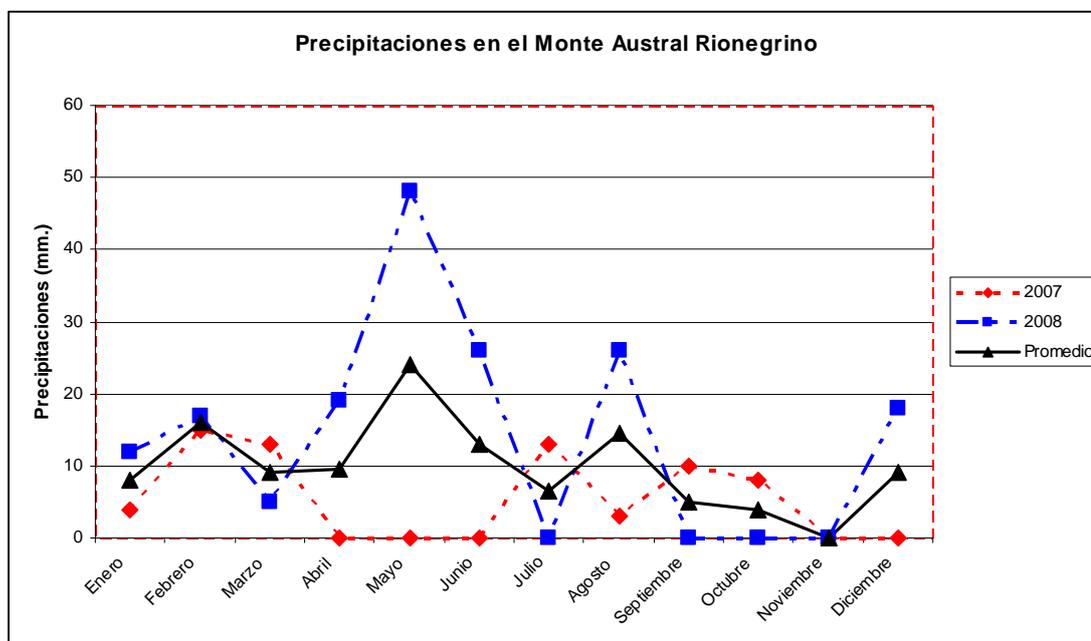


Figura 3. Patrón mensual de lluvias registradas en dos establecimientos ganaderos del área ecológica Monte Austral de la provincia de Río Negro.

De acuerdo a la fenología de las especies forrajeras, el crecimiento se da principalmente en primavera, y posteriormente un rebrote de otoño. Como se puede observar en el gráfico los milímetros registrados durante la primavera de 2007 fueron muy pocos. Posteriormente sobrevinieron dos meses de sequía total (Noviembre y Diciembre). Este fenómeno provocó el muy bajo o nulo crecimiento del forraje en primavera y el posterior desecamiento del material vegetal en pie, disminuyendo así la calidad del mismo. Esto provocó una severa pérdida de animales en la región.

A continuación se destacan los principales indicadores productivos relevados en los tres casos más severos de mortandad registrados:

Caso 1: Producto de la severa sequía, en este campo se detectó una mortandad del 66% de los animales adultos (690 animales), el porcentaje de señalada fue inferior al 1%, y hubo una disminución del 30% de la producción de lana por animal. La condición corporal de las ovejas madres previa al parto fue de 1,2 en escala de 1 a 5, lo que indicaba que los animales estaban al borde de la muerte por inanición. El resultado de la evaluación forrajera indicó una producción inferior a los 100 kg de MS utilizable por /ha en la zona cercana a la aguada, mientras que en las zonas masa alejadas la producción superó los 300 kg/ha. Los datos de dieta por análisis microhistológico mostraron la entre otras especies, la presencia de *Prodopidastrum globosum* (mancacaballo) en un 32%, siendo esta una especie no forrajera.

Caso 2: En este campo se detectó una mortandad del 17% de los animales adultos (110 animales), el porcentaje de señalada fue inferior al 1%, y hubo una disminución del 40% de la producción de lana por animal. La condición corporal de las ovejas madres previa al parto fue de 1,75 en escala de 1 a 5, lo que indicaba una severa subnutrición. El resultado de la evaluación forrajera indica una producción inferior a los 100 kg. MS utilizable por /ha mientras que en las zonas masa alejadas de la aguada la producción superó los 200 kg/ha. Los datos de dieta por análisis microhistológico mostraron la presencia de *Prodopidastrum globosum* (mancacaballo) en un 62%, siendo esta una especie no forrajera.

Caso 3: Este fue el más severo de los tres que se informan en donde se detectó una mortandad del 83% de los animales adultos (980 animales), el porcentaje de señalada fue inferior al 1%, y hubo una disminución del 41% de la producción de lana por animal. La condición corporal de las ovejas madres previa al parto fue de 1,75 en escala de 1 a 5, lo que indicaba que los animales estaban muy débiles al parto. El resultado de la evaluación forrajera indica una producción inferior a los 100 Kg. de MS utilizable por /ha y los datos de dieta por análisis microhistológico mostraron un 45% de gramíneas, de las cuales el principal componente fue *Stipa* sp. (40%), mientras que el 55% restante fueron arbustos siendo las especies consumidas preferentemente *Prosopis* sp. (19,5%) y *Atriplex lampa* (19%), todas estas son especies forrajeras de la zona. La carga animal calculada al momento de la esquila fue de 3,55 ha/unidad ganadera ovina (UGO).

En todos los casos se observó que solo existía una aguada, localizada en un extremo del campo. La producción forrajera aquí como se indicó fue muy baja y se encontraron evidentes signos de degradación. Por otro lado en las zonas más alejadas, que llegaron a ser superiores a los 8 km, se observó una producción forrajera aceptable, pero no aprovechada. Esto demostró que en estos campos estudiados, la superficie ganadera real es menor a la superficie del predio, debido a la imposibilidad del ganado a acceder a ciertos sectores del campo que están muy distantes al agua.

3.6 Tecnologías para incrementar la sustentabilidad de los sistemas de producción

Como se desprende de la información presentada hasta aquí, esta es un área de una gran inestabilidad productiva debido a la recurrencia de sequías y la falta de infraestructura para mejorar el pastoreo. A esto se suma que no existen mallines ni cursos de agua superficiales permanentes como la otra región descripta. Por lo tanto toda tecnología que se aplique debe estar dirigida a atenuar el impacto de estas sequías y mejorar el acceso de los animales al agua y al forraje disponible.

Existe en la región algunas pruebas de que es posible distribuir el pastoreo aumentando el número de aguadas y distribuyéndolas estratégicamente. Para hacer sustentable el sistema, se deben generar una mayor cantidad de cuadros destinados a poder utilizar áreas no pastoreadas o subutilizadas, permitiendo el descanso de otras más sobrepastoreadas. Sin embargo esto requiere de una inversión considerable en perforaciones, molinos, tanques, mangueras, alambre y accesorios.

Actualmente desde INTA, en colaboración con el proyecto GEF Patagonia y el ENTE para la Región Sur están llevando a cabo el seguimiento técnico de 3 campos ganaderos de la región (campos de referencia), en los cuales se han hecho las inversiones necesarias para tratar de darle una mayor estabilidad a estos sistemas. Si bien todavía no hay la suficiente cantidad de información generada para saber el efecto de las inversiones sobre la sustentabilidad del sistema, los datos preliminares muestran que estas inversiones no son accesibles a los productores. Tampoco los créditos disponibles, incluyendo los otorgados por Ley Ovina son adecuados, ya que un productor de menos de 1200 UGO (74% de los productores de esta región) no puede demostrar un repago en los plazos que se estipulan. Por otro lado la asistencia técnica necesaria tiene un costo que se estima también fuera del alcance del productor.

Es por ello que en la actualidad se están haciendo esfuerzos entre las instituciones interesadas por la producción ovina para mejorar el acceso tanto al crédito como a la asistencia técnica, para mejorar la estabilidad de estos sistemas.

En un capítulo posterior se analizarán el análisis beneficio costo de estas prácticas.

4. Conclusión

La producción ovina en Río Negro es de fundamental importancia para los habitantes de la mayoría de su territorio, los cuales viven y producen en condiciones muy inhóspitas. Las características de relieve, clima y vegetación condicionan de manera diferente los sistemas de producción. Así, se destacan dos regiones claramente diferenciadas para la producción ovina: la Patagonia Extra Andina Occidental y el Monte Austral.

Existen suficientes estudios que demuestran que en la Patagonia Extra Andina Occidental es posible incrementar los índices productivos con soluciones tecnológicas de proceso, con una inversión relativamente baja en productos.

Sin embargo en el Monte Austral Rionegrino, la falta de mallines y agua en superficie hace que la producción sea más dependiente de infraestructura, lo que acarrea un mayor costo. La evidencia hasta ahora relevada indica que este costo no es posible de ser pagado por la mayoría de los productores, en las condiciones

crediticias actuales. Por lo tanto si se desea mejorar la productividad del sector ovino en esta región, nuevas alternativas de crédito o subsidio deberán ponerse a disposición de los productores.

Finalmente, en ambas regiones la asistencia técnica es de fundamental importancia y esta debe estar presente al menos hasta de que la planificación productiva esté en marcha.

Referencias

- Bertiller MB y Ares JO. 2008. Sheep spatial grazing strategies at the arid Patagonian Monte, Argentina. *Rangeland Ecol. Manage* 61: 38-47.
- Bertiller MB, Ares JO y Bisigato AJ. 2002. Multiscale indicators of land degradation in the Patagonian Monte, Argentina. *Environmental Management* 30: 704-715.
- Bran D, Ayesa J y Lopez C. 2000. Regiones Ecológicas de Río Negro. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica RN 59.
- Cabrera AL. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, 2da Edición, Tomo II, Fase 1, ACME, Buenos Aires, 85 p.
- Easdale MH, Aguiar MR, Román M y Villagra ES. 2009. Comparación socio-económica de dos regiones biofísicas: los sistemas ganaderos de la provincia de Río Negro, Argentina. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 6 (62).
- Fabricante I, Oesterheld M, Paruelo JM y Cecchi G. 2001. Variaciones espaciales y temporales de productividad primaria neta aérea en el norte de la Patagonia. I Reunión Binacional de Ecología.
- Fabricante I, Oesterheld M, Paruelo JM y Cecchi G. 2004. Variación interanual del Índice Verde Normalizado en el norte de la Patagonia y su relación con la precipitación. II Reunión Binacional de Ecología.
- Giraud C, Villagra S, Losardo P, Bidinost F, Garramuño J, Abad M, Uzal F, López J, Bustos C y Gibbons A. 2002. Manejo de la parición para mejorar la producción de corderos. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 14. <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/nutricion/na14.pdf>
- Giraud C, Villagra S y Bidinost F. 1999. Diferentes estrategias para aumentar la productividad de los sistemas de ganadería ovina en Precordillera y Sierras y Mesetas Occidentales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 19: 177-182.
- Godagnone ER y Bran DE. 2009. Inventario integrado de los recursos naturales de la Provincia de Río Negro. Ediciones INTA. 392 p.
- Golluscio RA, Deregibus VA y Paruelo JM. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecologia Austral* 8: 211-215.

- Mueller JP. 1980. Efecto del cuadro de parición y esquila preparto sobre la supervivencia y crecimiento de corderos Merino en Patagonia. En Primeras jornadas técnicas de actualización en producción animal. Consejo de tecnología agropecuaria de la provincia de Río Negro, p 137-143.
- Olaechea F, Bellati J, Suarez M, Pueyo J y Robles C. 1983. Mortalidad perinatal de corderos en el oeste de la provincia de Río Negro. II parte. Rev. Arg. Prod. Anim. 10: 569-574.
- Villagra ES. 2002. Fencing and sheltering increases the number of marketable lambs in northern Patagonia, Argentina. Thesis of Master of Science in Agriculture. Georg-August University, Göttingen, Germany.
- Villagra ES. 2005. Does product diversification lead to sustainable development of smallholder production systems in Northern Patagonia, Argentina? Doctoral Dissertation Georg-August-Universität Göttingen (Germany). Cuvillier Verlag, Göttingen, Germany.
- Villagra ES, Easdale M y Bolla D. 2008. Efectos de la sequía sobre la situación de la ganadería extensiva de la provincia de Río Negro. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica SPES 223.

Manejo nutricional de la majada para la producción de lana y carne

Celso Giraud y Laura Villar

Introducción

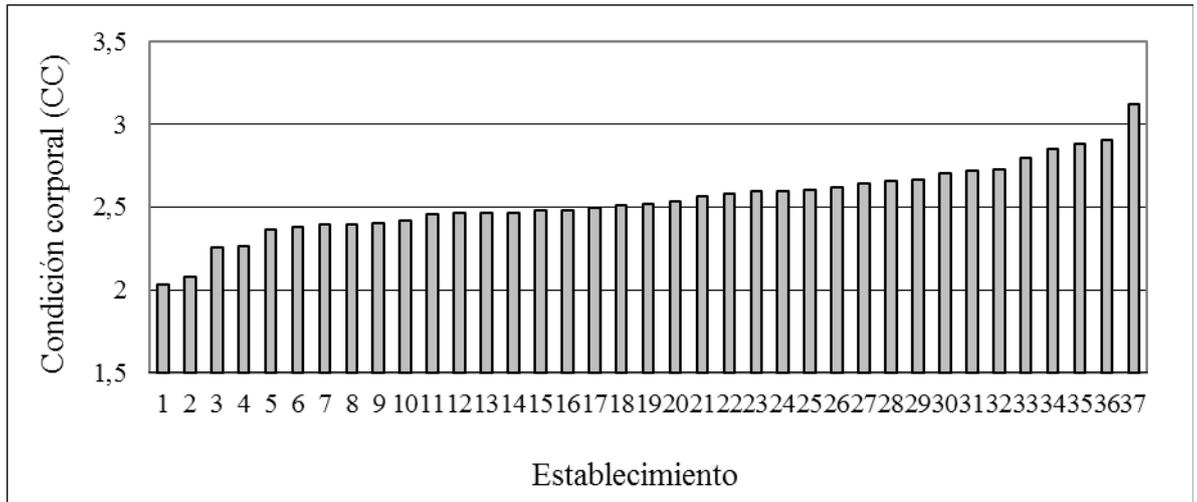
En la patagonia norte, el destino de mediano plazo de las majadas, especialmente de la raza Merino, es la producción de lana y carne. A pesar de ello, en la actualidad la mayor parte de los ingresos en esos establecimientos dependen de la venta de lana, sostenido en que la lana que producen es de buena calidad, que mantiene una cotización razonable en el mercado internacional, posibilitando un ingreso relativamente fijo. Sin embargo, para poder seguir siendo competitivos, es necesario que incorporen la producción de corderos de manera sistemática, en primera instancia, livianos, de 9 a 13 kg y el complemento de otras categorías, como corderos más pesados, refugos, etc. Los factores para que este cambio se produzca son de naturaleza múltiple, dentro de los cuales el manejo nutricional y alimentario ocupa un lugar de importancia

¿Cuales son los indicadores nutricionales a tener en cuenta?

La nutrición en estos sistemas es la base para la expresión de técnicas de la reproducción y el mejoramiento genético, de empleo difundido y de buena preferencia por parte de productores y profesionales. Para comprender su aporte es necesario tomar como punto de partida lo documentado en los cursos anteriores y reforzar la idea de que en la región los márgenes que se tienen para alcanzar los **umbrales reproductivos y productivos**, es decir para que las madres se preñen y tengan un parto y una lactancia acorde a su potencialidad, son estrechos. Esto a su vez sufre variaciones interanuales que afectan de manera diferencial a la actividad según las grandes áreas ecológicas en las que esta se desarrolla.

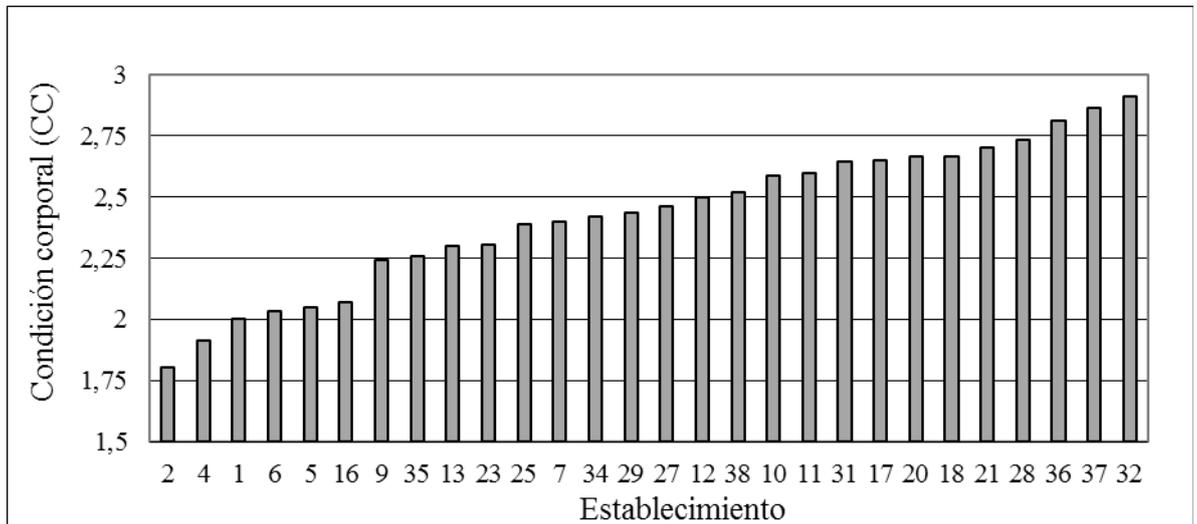
Para documentar esta idea se consideran los datos de condición corporal (CC) de madres al servicio y al parto, obtenidos en un muestreo en establecimientos de Río Negro, que abarcó distintos años y áreas ecológicas y se los referencia a los antecedentes bibliográficos. Estos indican que se obtiene un aumento progresivo de la preñez y de la sobrevivencia de las crías, cuando la CC en cada una de estas etapas aumenta dentro del rango que va entre uno y tres puntos de CC (Buratovich y Villa 2004, Iglesias *et al.* 2004).

Estos datos se muestran en las figuras siguientes en las que se puede ver la variabilidad existente para ambos momentos y que los valores están siempre dentro de este rango, lo que indica que en muchas situaciones se puede considerar que las majadas están en los umbrales de obtener o no una buena preñez y de gozar de una buena condición para los acontecimientos del parto (Figuras 1-5).



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 1. Condición corporal de ovejas durante el servicio 2004.



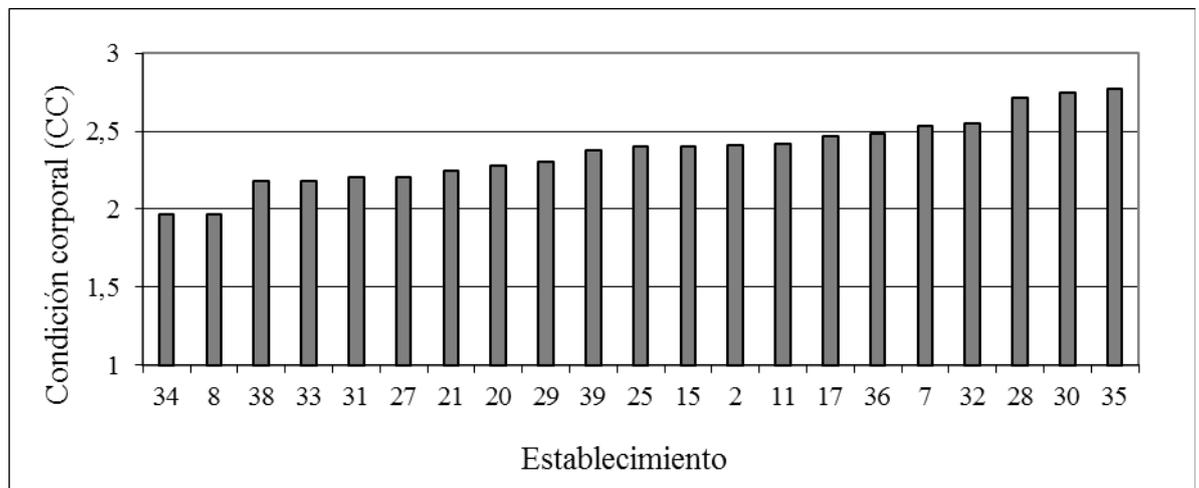
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 2. Condición corporal de ovejas durante el servicio 2005.

Si bien el servicio esta precedido por un imaginario de que en esa etapa no hay grandes problemas para lograr una buena preñez, justificado en el largo intervalo existente entre el parto y el próximo servicio, que permite la recuperación, se observa que muchos establecimientos no alcanzan un valor para asegurarla. Este hecho está siendo corroborado por el empleo de la ecografía, lo que indica que se le debe prestar mayor atención a esta etapa clave del ciclo, desde el punto de vista del manejo nutricional.

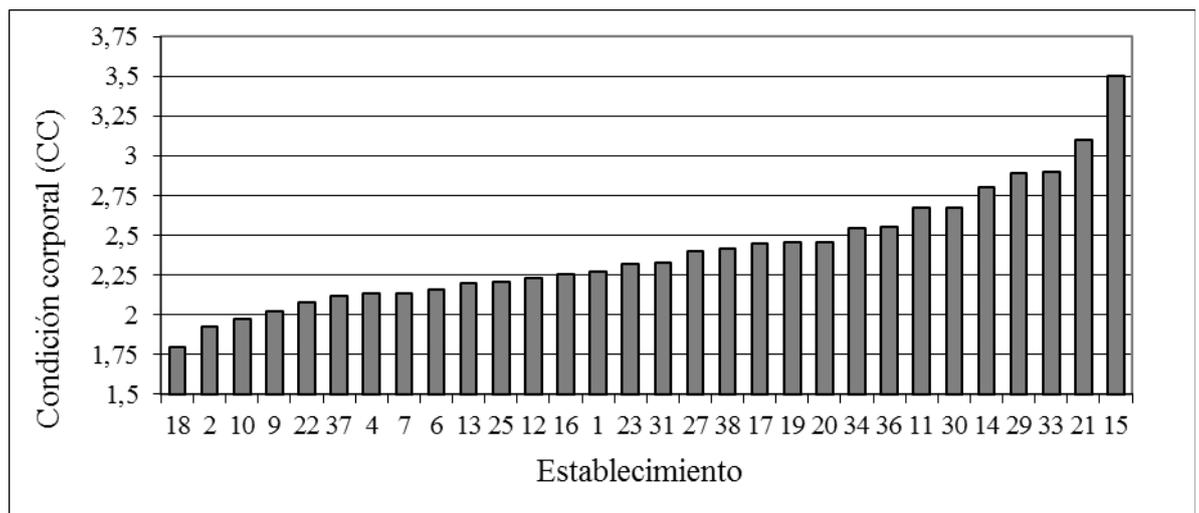
Los datos del preparto muestran que en promedio de la CC es más baja que al servicio. Si se considera una CC de 2,5 como umbral óptimo y una CC de 2 como umbral mínimo se ve que en muchos casos las madres no están en óptimas

condiciones para enfrentar el parto. Las ovejas flacas tendrán dificultad para establecer el vínculo con sus crías, parirán corderos chicos, se resentirá la lactancia y su consecuente efecto en la cría de los corderos.



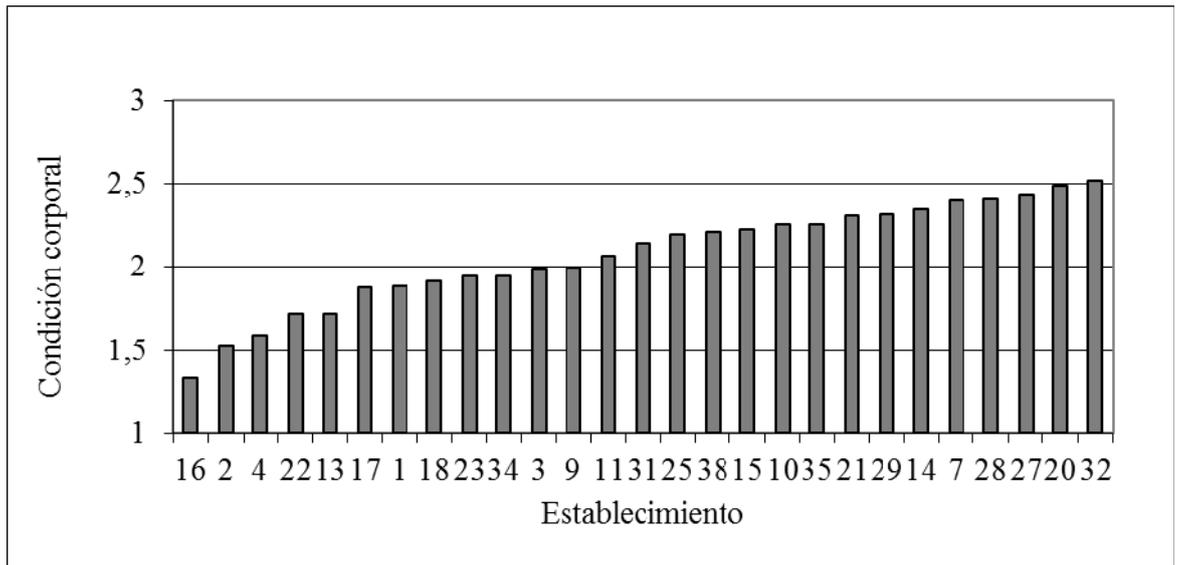
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 3. Condición corporal de ovejas durante el preparto 2003.



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 4. Condición corporal de ovejas durante el preparto 2004.



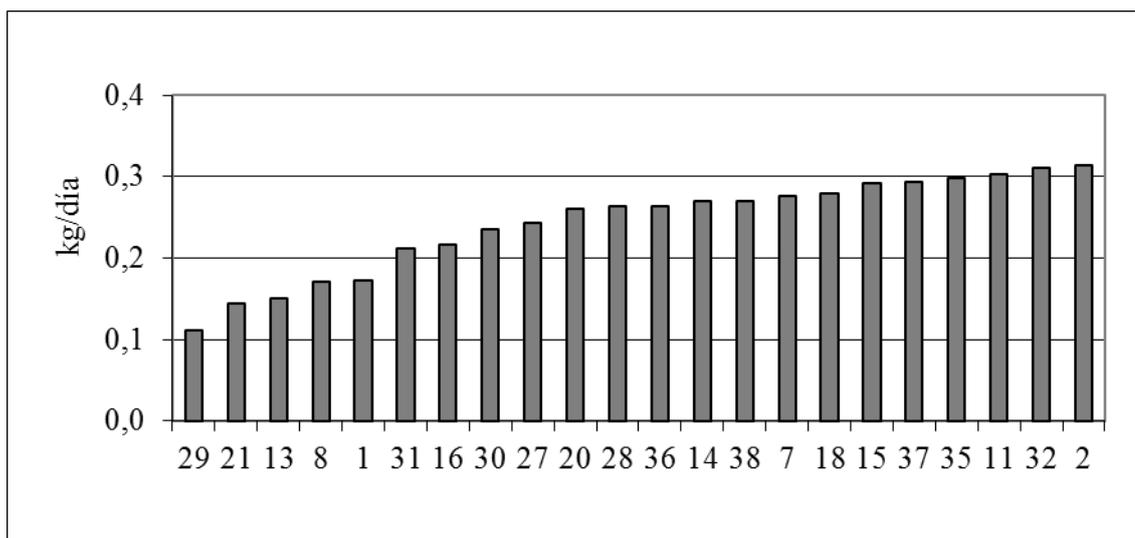
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 5. Condición corporal de ovejas durante el parto 2005.

¿Qué crías se obtienen con estos indicadores nutricionales de las madres?

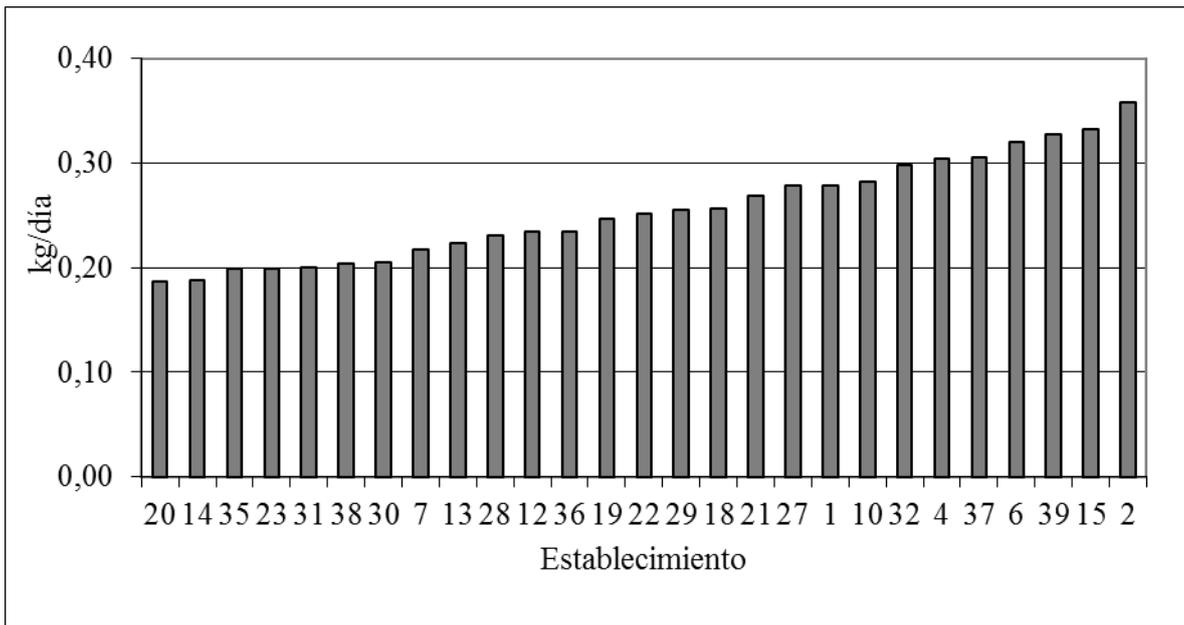
Ganancia de peso de los corderos desde el nacimiento a la señalada

La señalada se realiza en fechas y a edades diferentes según las regiones. Hay señaladas a los 30 días desde que la mayoría de los corderos han nacido, hasta de dos o más meses. Esto de alguna manera impide las comparaciones de los distintos establecimientos entre sí. De cualquier manera lo que se registra es que las ganancias son buenas y están estrechamente vinculadas a la lactancia (Figuras 6-8).



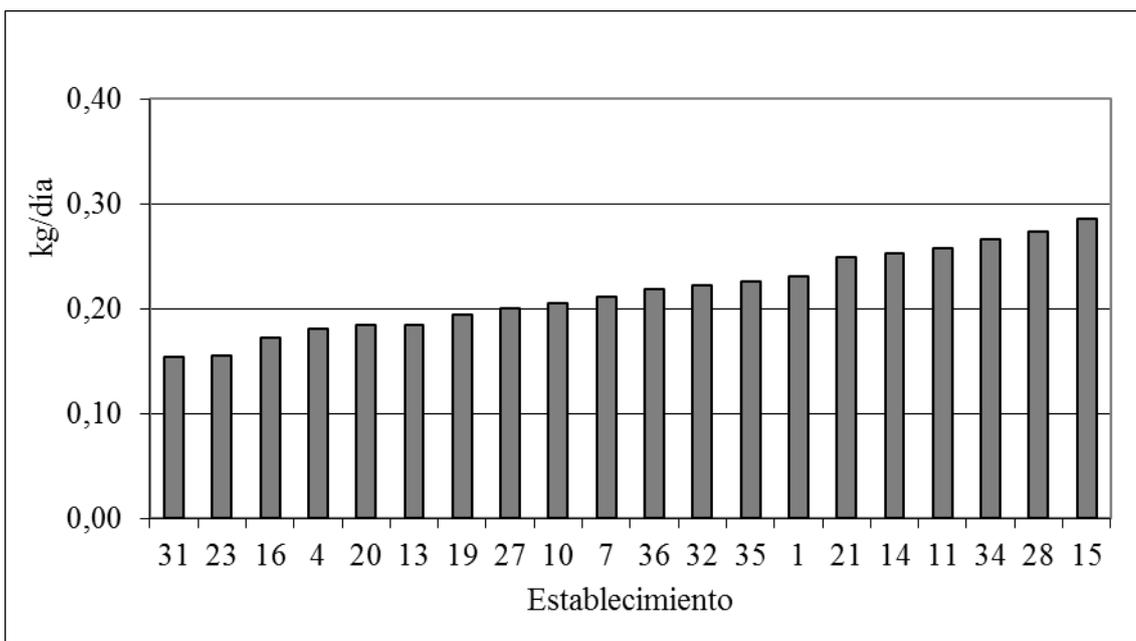
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 6. Ganancia de peso de corderos entre nacimiento y señalada 2003.



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 7. Ganancia de peso de corderos entre nacimiento y señalada 2004.

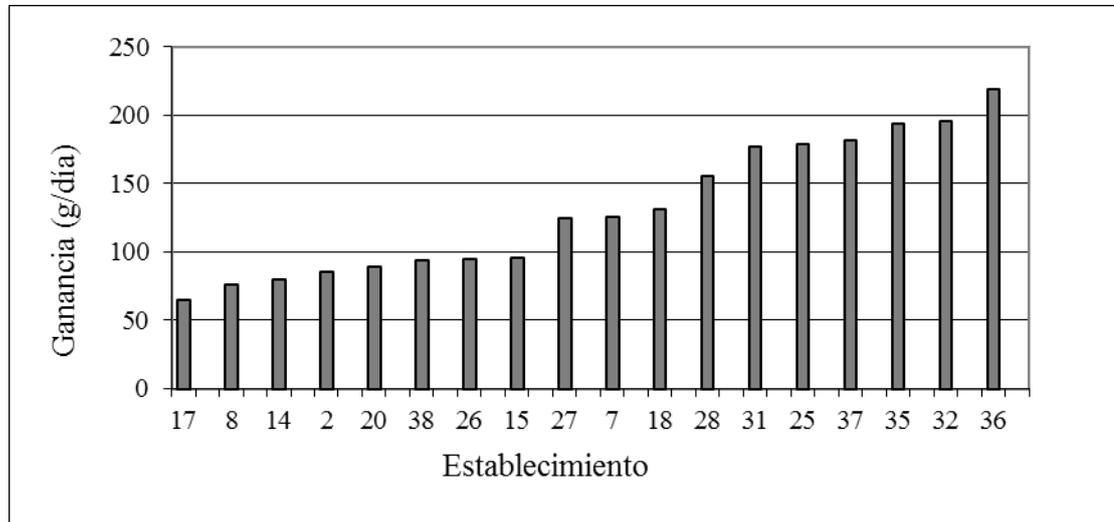


Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 8. Ganancia de peso de corderos entre nacimiento y señalada 2005.

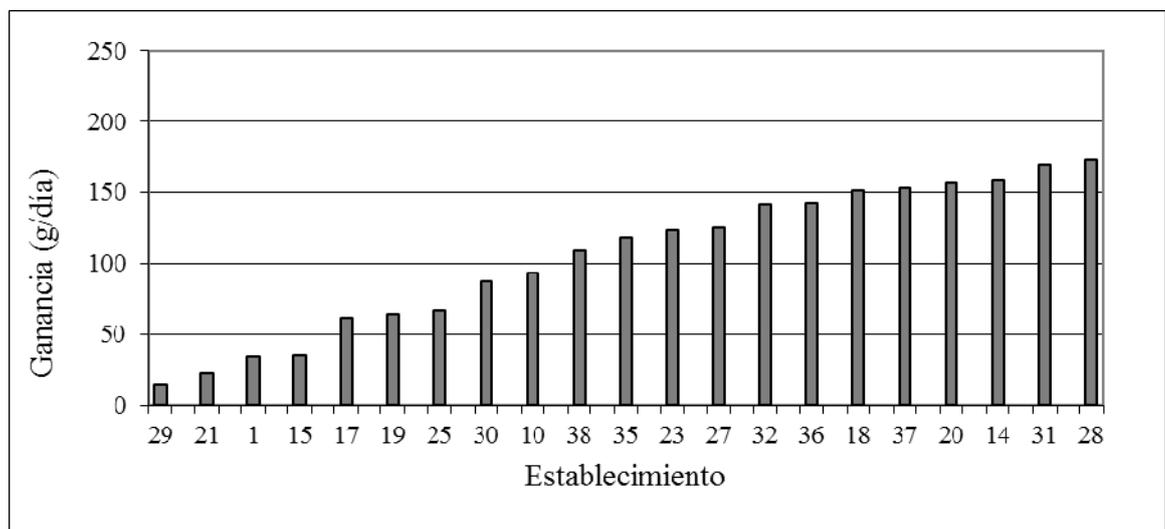
Ganancia de peso entre señalada y destete

Esta etapa se diferencia de la anterior en que, en promedio, las ganancias de peso son más bajas. También en las figuras se puede observar mucha variación entre establecimientos (Figuras 9 y 10).



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 9. Ganancia de peso de corderos entre señalada y destete 2004.



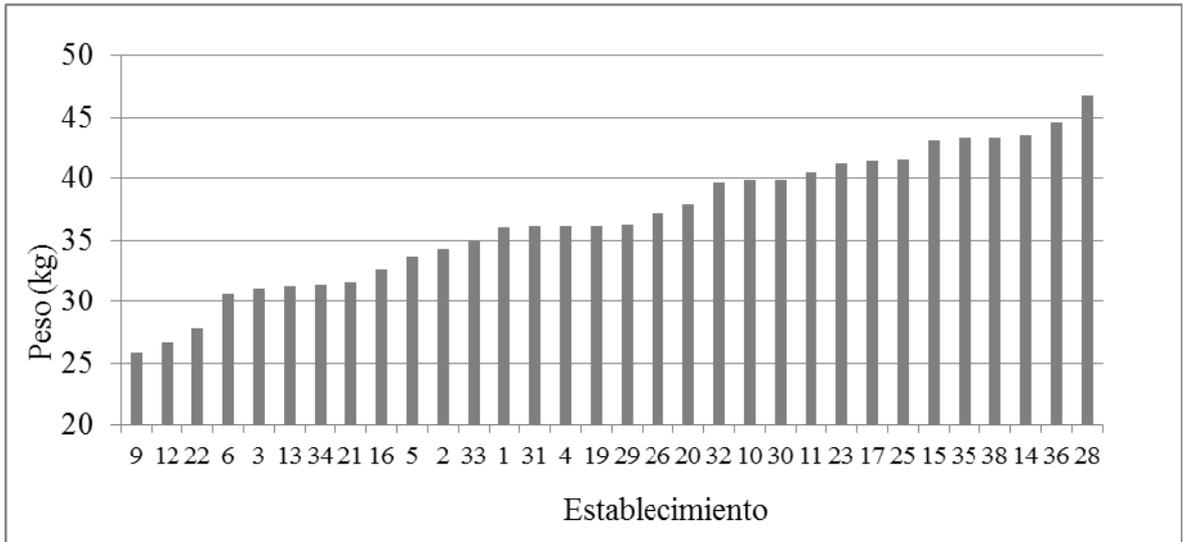
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 10. Ganancia de peso de corderos entre señalada y destete 2005.

A diferencia del período anterior, entre nacimiento y señalada, donde la lactancia es la responsable del crecimiento del cordero, en este período la producción de leche es menor y las crías deben realizar su aporte por medio del pastoreo. Esto hace que cuando el forraje que disponen es de baja calidad o insuficiente en cantidad, las ganancias de peso resultan bajas.

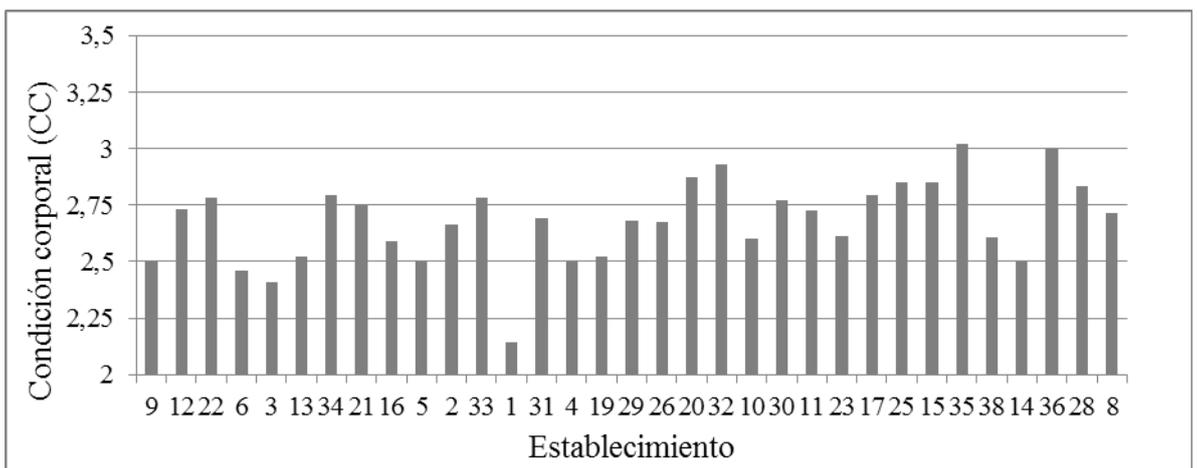
Crecimiento de las borregas de reposición

Una vez producido el destete, comienza para las corderas de reposición, la etapa de recría para tratar de alcanzar el primer servicio a los dos dientes. El resultado de esta etapa es muy variable en los distintos establecimientos. Si bien aquí se confunden la forma en que son criadas y los distintos tamaños o “frame” que tienen las majadas, hay diferencias que no se pueden justificar de otra manera que no sea la nutrición que reciben. Si se analizan las figuras se ve que las CCs no acompañan a los pesos, lo que indica que en muchas situaciones no alcanzan un peso mínimo y en otras les falta de estado para quedar preñadas (Figuras 11-16).



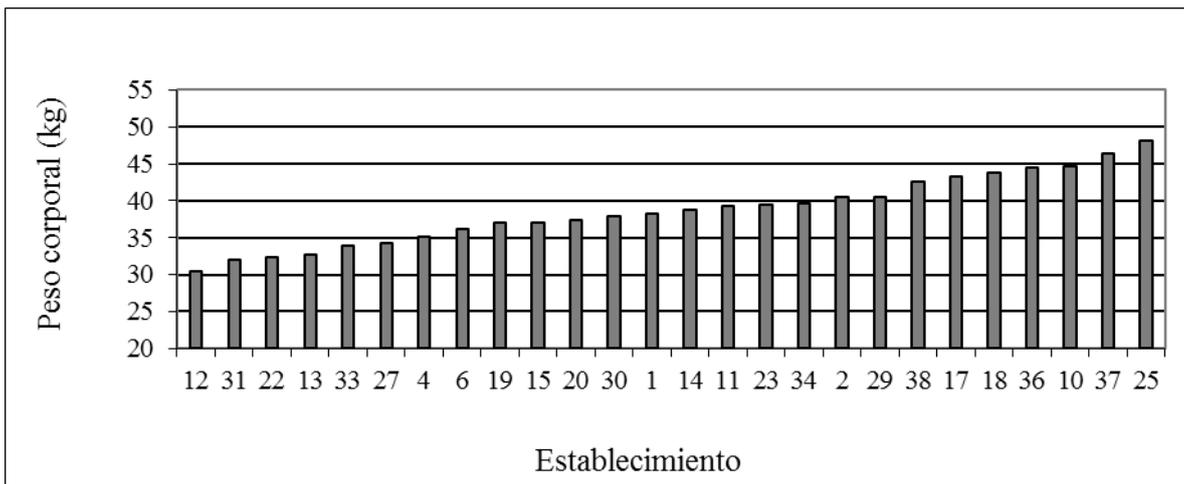
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 11. Peso corporal de borregas 2D en el servicio 2004.



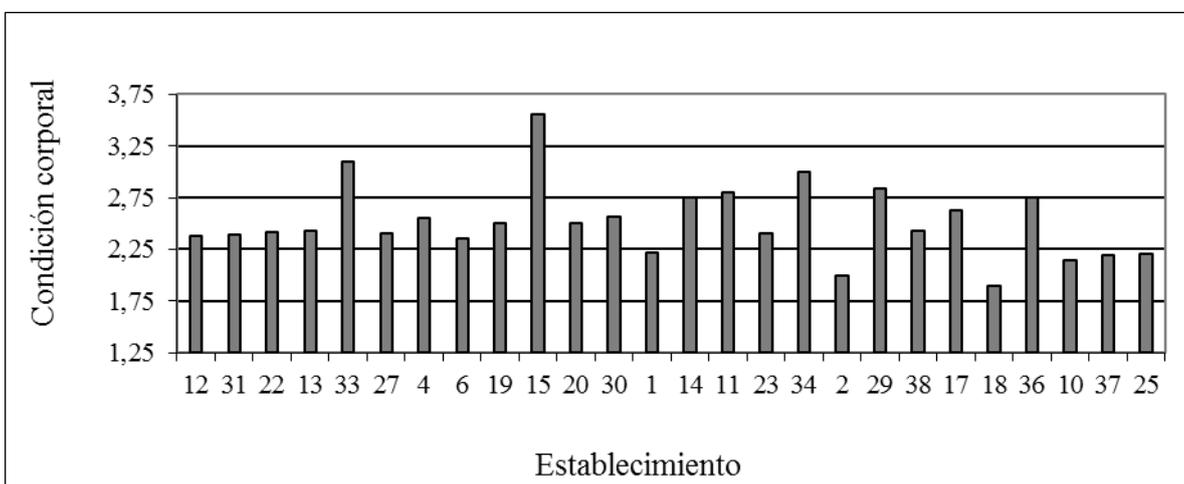
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 12. Condición corporal de borregas 2D en el servicio 2004.



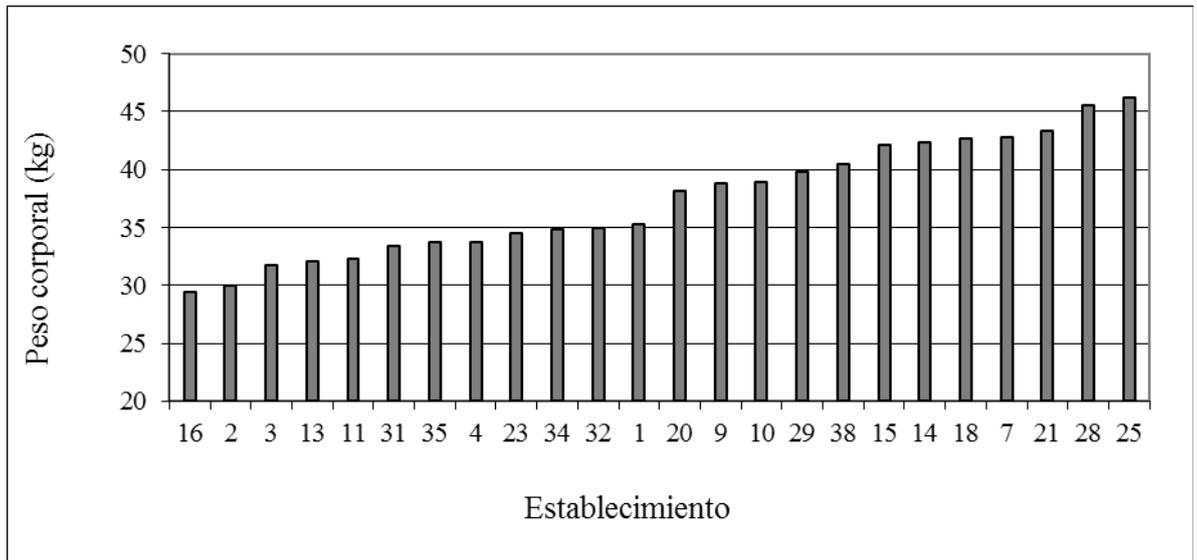
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 13. Peso corporal de borregas 2D en el parto 2004.



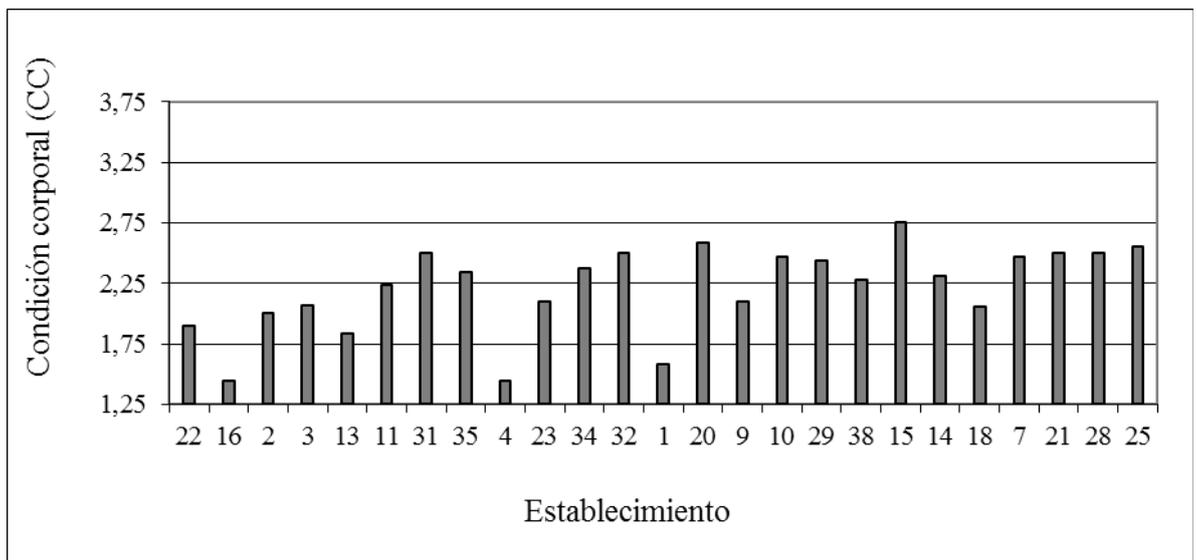
Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 14. Condición corporal de borregas 2D en el parto 2004.



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 15. Peso corporal de borregas 2D en el parto 2005.



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 16. Condición corporal de borregas 2D en el parto 2005.

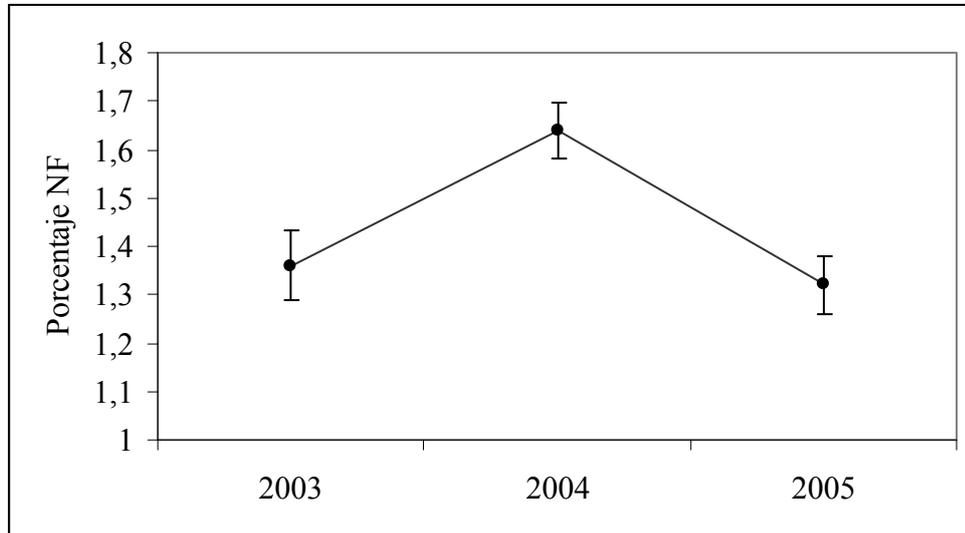
El contenido de nitrógeno fecal como indicador de la calidad de la dieta

Otro indicador estudiado estos últimos años es el nitrógeno fecal, o sea la cantidad de este elemento que queda en la materia seca u orgánica de las heces.

Los valores obtenidos para el parto, de esta serie de años que se vienen analizando (Figura 17), muestran una diferencia importante entre los años 2003 y 2005 frente al

2004, promedios de distintos establecimientos distribuidos en las diferentes áreas ecológicas.

A partir de este dato se puede estimar la digestibilidad de la materia orgánica de la dieta que están obteniendo los animales, utilizando para ello una ecuación general (Wang *et al.* 2009). Los valores (DMO) son 55% (2003), 63% (2004) y 55% (2005).



Fuente: Informe final PID 277/01.

Figura 17. Contenido de Nitrógeno fecal (NF) en la MS de dietas de ovejas al parto. Promedio de distintas majadas distribuidas en las diferentes áreas ecológicas.

Si a la variabilidad de la mayoría de los indicadores vinculados a la alimentación, se le suman factores como la depredación en determinados ambientes, la falta de infraestructura para implementar prácticas de manejo, etc, se encuentra la explicación de la falta de estabilidad que tienen estos sistemas para producir lana y carne.

De cualquier manera, la participación de la nutrición, es diferente para las distintas áreas ecológicas. La Precordillera, las Sierras y Mesetas Occidentales y en algún grado la Meseta Central, por estar la dieta basada en especies perennes, de producción más constante, con diferente grado de aceptabilidad y valor nutritivo, son mucho más estables que el Monte occidental, de producción contrastante, dada por la presencia o ausencia de especies anuales en los momentos claves del servicio, la parición y lactancia.

En síntesis estos sistemas se mueven en torno a **umbrales productivos y reproductivos**, que pueden considerarse aceptables para la producción de lana, ya que estos vaivenes afectan menos a este producto, que a la carne. Sin embargo, como ya se dijo, no tienen futuro si no incorporan en su producción a la carne de manera sistemática.

¿Cuáles serían las normas de manejo recomendables desde el punto de vista nutricional para contribuir a la estabilidad de la producción?

Precordillera y Sierras y Mesetas Occidentales

Los aspectos más relevantes a tener en cuenta serían:

- Manejar los pastizales con una carga adecuada.
- Diferir las áreas de invernada para su empleo al final de la gestación e inicio de la lactancia.
- Utilizar correctamente los mallines, especialmente de la parición hacia adelante.
- Distribuir el pastoreo por alturas sobre el nivel del mar, en aquellos establecimientos de alturas críticas.
- Adecuar la fecha de servicio a las características del establecimiento.
- Optimizar el manejo del pastizal y de la majada.

En primer lugar si se tiene en cuenta que la totalidad del alimento proviene de los pastizales naturales, allí estará la base del manejo para obtener mejores resultados nutricionales. La determinación de la **carga adecuada** es el primer paso para manejar razonablemente un establecimiento, ya que de algún modo asegura la máxima cosecha de forraje que pueden hacer los animales en ese ambiente.

Con respecto a la importancia de **reservar las invernadas** para la etapa de la gestación e inicio de la lactancia ya ha sido publicado en las actas de este mismo curso en el año 2000 y en síntesis significa almacenar forraje para el momento del parto, de alto requerimiento.

Para la **parición en mallines** el principal factor a tener en cuenta es la fecha en la que ella ocurre. Esta debe ser tardía, ya que es un sitio, que si bien es altamente favorable para esta práctica, porque permite una alta concentración de animales y evita la depredación, es un lugar frío para partos tempranos. Sobre ello ya hay mucha experiencia entre los productores.

Sobre el **manejo de la altura para distribuir el pastoreo**, si bien no se cuenta con ensayos estadísticamente “robustos”, se dispone de experiencia proveniente de trabajos de seguimiento en establecimientos de productores. Un ejemplo se puede ver en la Tabla 1, en la que se describe en base a la CC, el comportamiento nutricional de cuatro majadas, dos de un ambiente pobre como la meseta central (E1 y E2) y dos en pastizales más ricos, correspondientes a Precordillera (E3 y E4), ambiente de buena oferta y calidad forrajera. Ambos realizan el servicio de las ovejas en la misma fecha de mediados de mayo.

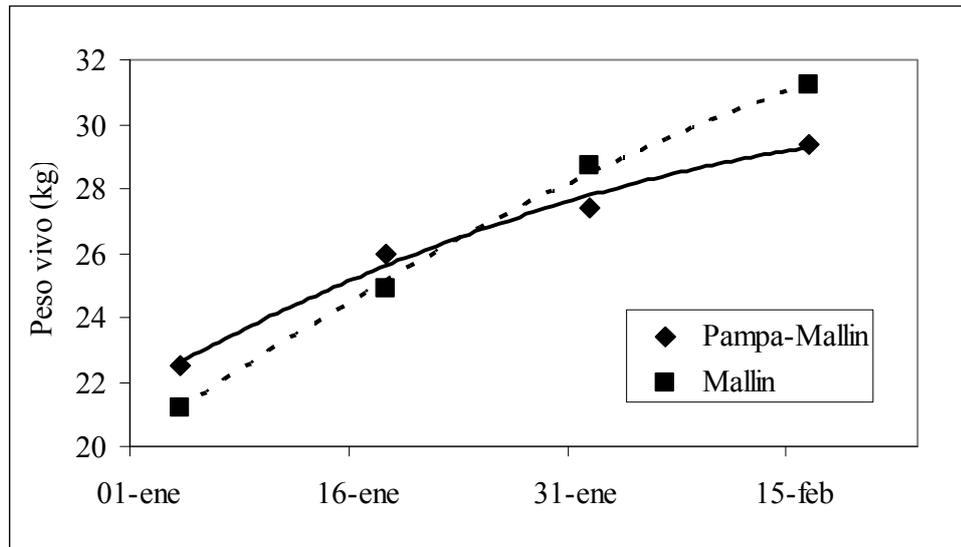
Tabla 1. Condición corporal de madres en majadas de distintos establecimientos, a dos alturas diferentes sobre el nivel del mar.

	Servicio (mayo)				Parto (octubre)			
	900	900	1100	1100	900	900	1100	1100
Altura snm (m)	900	900	1100	1100	900	900	1100	1100
Precipitaciones (mm)	150	150	400	400	150	150	400	400
Establecimiento	1	2	3	4	1	2	3	4
CC 2004	2,9	2,7	2,5	3,1	2,5	2,6	1,8	2,1
CC 2005	2,8	2,9	2,7	2,9	2,6	2,5	1,9	s/d
Promedio	2,8		2,8		2,6		1,9	

Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

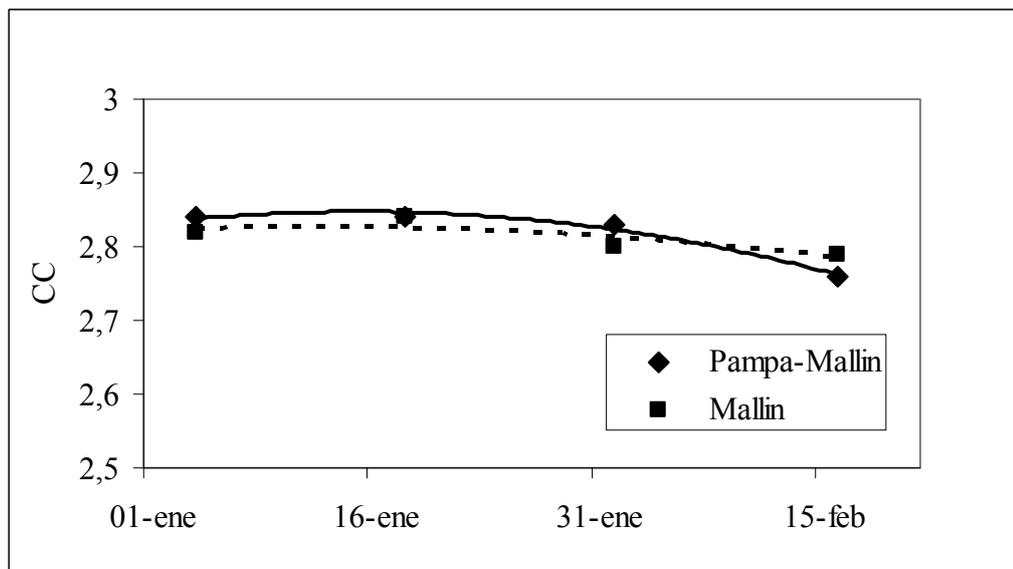
Si bien en ambos sitios tienen un comportamiento similar al servicio, cuando llega el parto se diferencian a favor de E1 y E2, a pesar de disponer E3 y E4 una mejor oferta forrajera. La altimetría de los establecimientos es la que definiría el desempeño nutricional de esas majadas en el invierno. La hipótesis es que el frío condiciona la actividad voluntaria y el área de pastoreo a recorrer, lo que se reflejaría en una reducción de la cosecha de forraje necesaria para su mantenimiento. Posiblemente también se incrementen los requerimientos de mantenimiento por permanecer mucho tiempo mojados. Una buena estrategia de manejo sería demorar el inicio del servicio, en este caso de mediados de mayo, por lo menos en veinte días, a los fines de desplazar los elevados requerimientos del parto hacia la primavera.

Además de los aspectos señalados en los puntos anteriores, en la medida que la infraestructura lo permita, se puede **optimizar el manejo del pastizal**, que posibilite obtener algunas ventajas en la evolución de los animales. Un ejemplo lo constituye un ensayo realizado en el campo experimental del INTA Pilcaniyeu, a los fines de dilucidar la controversia que existe sobre la conveniencia o no de que las madres con sus corderos permanezcan en los mallines hasta el destete. Para ello se compararon dos manejos diferentes. Uno en el que las madres con sus crías permanecieron de manera exclusiva en mallines y otro en los que los animales podían elegir pastorear en mallines o pampas. El ensayo se repitió durante tres ciclos consecutivos (Figuras 18-23).



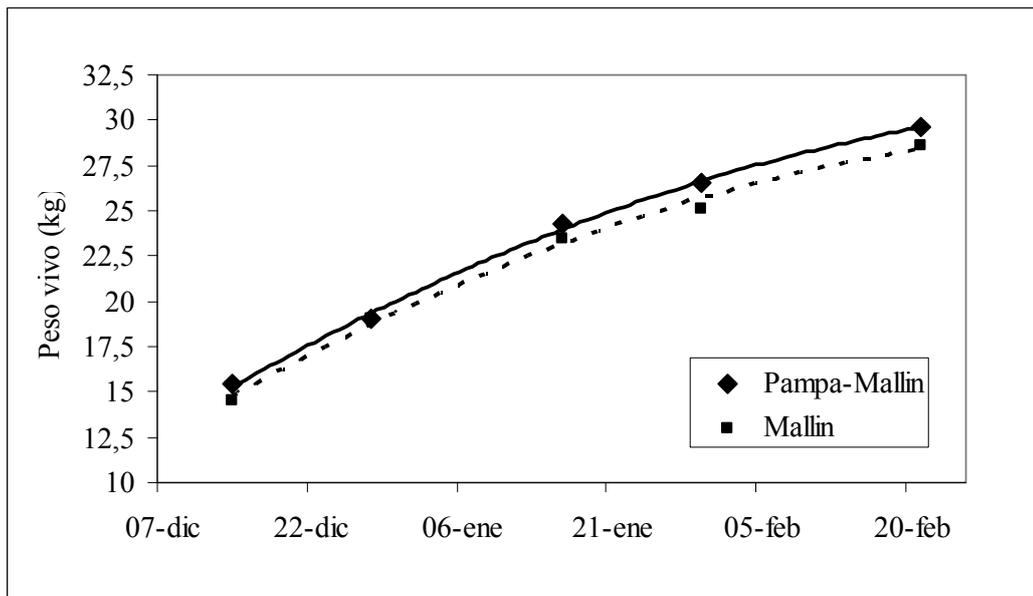
Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

Figura 18. Evolución del peso vivo de corderos en pastoreo al pie de la madre en potrero de Pampa-Mallín y sólo Mallín. Año 2006-2007.



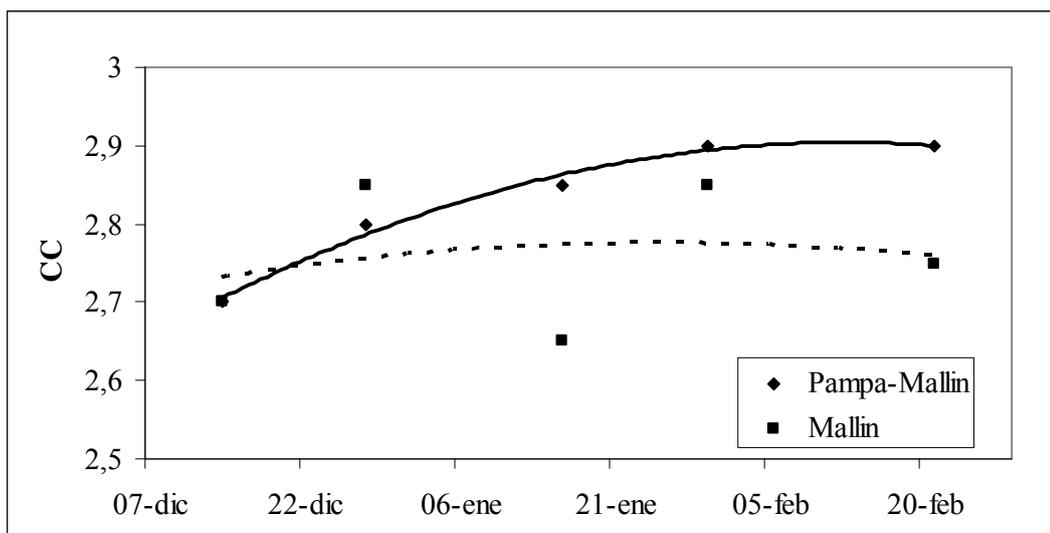
Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

Figura 19. Evolución de la condición corporal en corderos livianos en pastoreo al pie de la madre en potrero de Pampa-Mallín y sólo Mallín. Año 2006-2007.



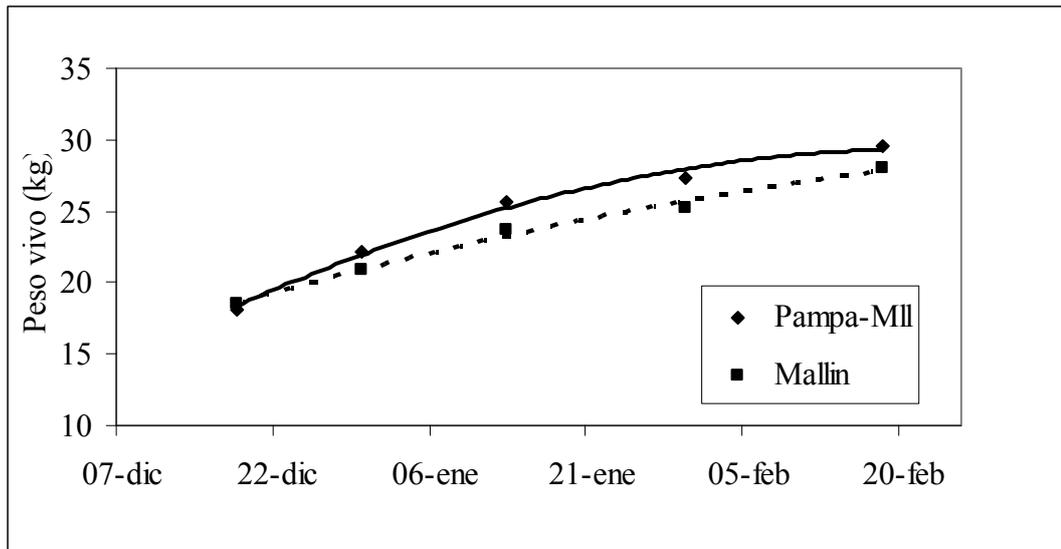
Fuente: Giraudo *et al.*, datos no publicados.

Figura 20. Evolución del peso vivo de corderos en pastoreo al pie de la madre en potrero de Pampa-Mallín y sólo Mallín. Año 2007-2008.



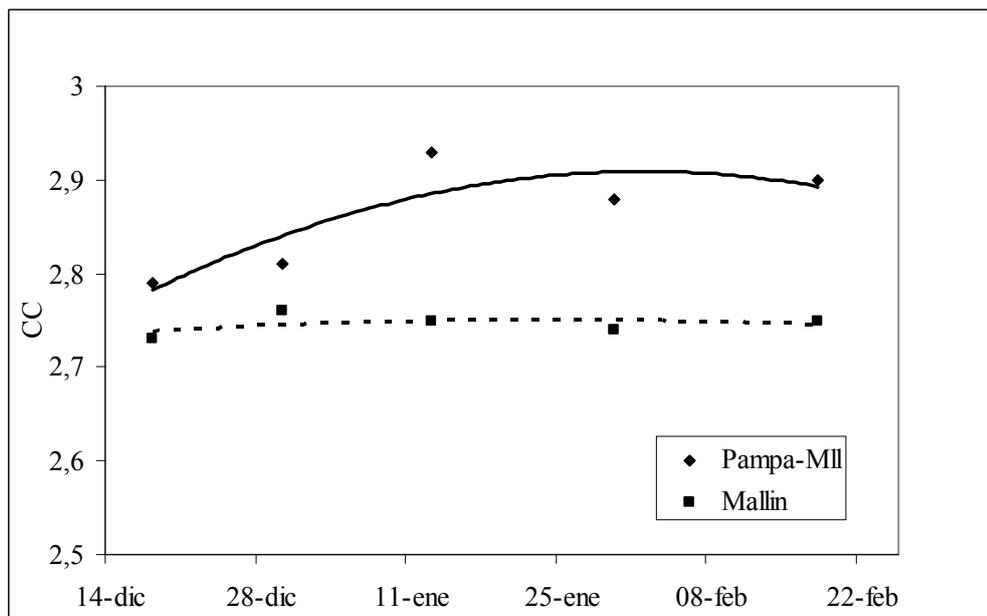
Fuente: Giraudo *et al.*, datos no publicados.

Figura 21. Evolución de la condición corporal en corderos livianos en pastoreo al pie de la madre en potrero de Pampa-Mallín y sólo Mallín. Año 2007-2008.



Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

Figura 22. Evolución del peso vivo de corderos livianos en pastoreo al pie de la madre en potrero de Pampa-Mallín y sólo Mallín. Año 2008-2009.



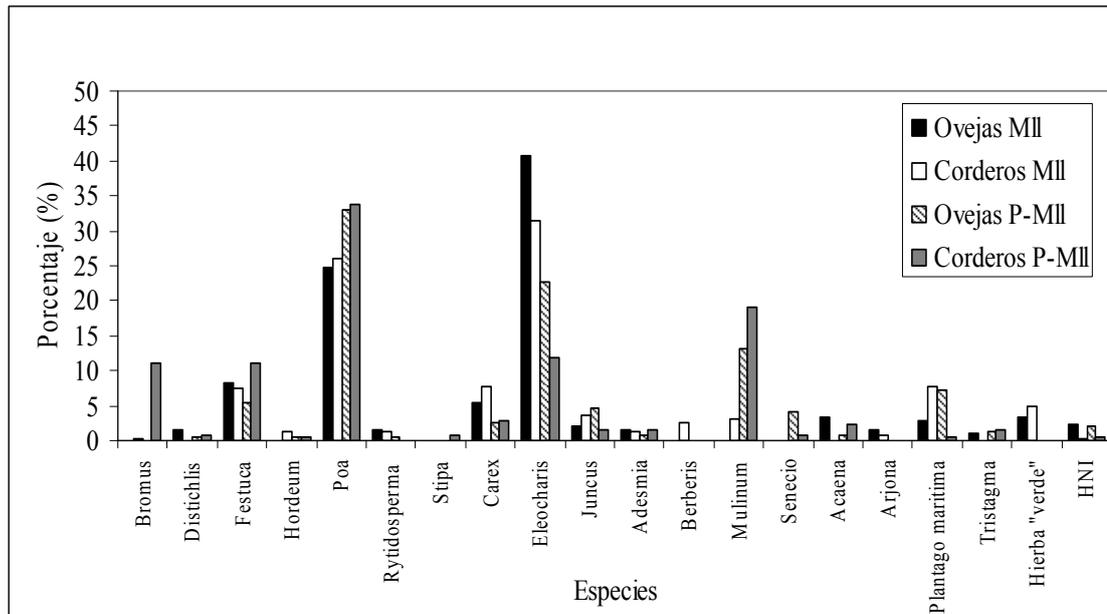
Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

Figura 23. Evolución de la condición corporal en corderos livianos en pastoreo al pie de la madre en potrero de Pampa-Mallín y sólo Mallín. Año 2008-2009.

Si bien todavía es necesario analizar estadísticamente los resultados, en términos generales se puede concluir que resulta posible realizar esta etapa del ciclo en cualquiera de las dos situaciones de pastoreo, ya que ninguna de las variaciones observadas comprometió la tasa de crecimiento de los corderos y su grado de terminación. El manejo que se haga de la oferta del forraje es el que define los

resultados. Si por efecto de la presión de pastoreo los corderos, en el caso de los mallines, se ven obligados a comer *Junco* sp. en alto porcentaje, como en muchas situaciones observadas fuera de este ensayo, la dieta resultante será adecuada para las madres pero no para los corderos, que tienen en ese momento requerimientos mucho más elevados. Por el contrario si se posibilita una selección adecuada el resultado será diferente.

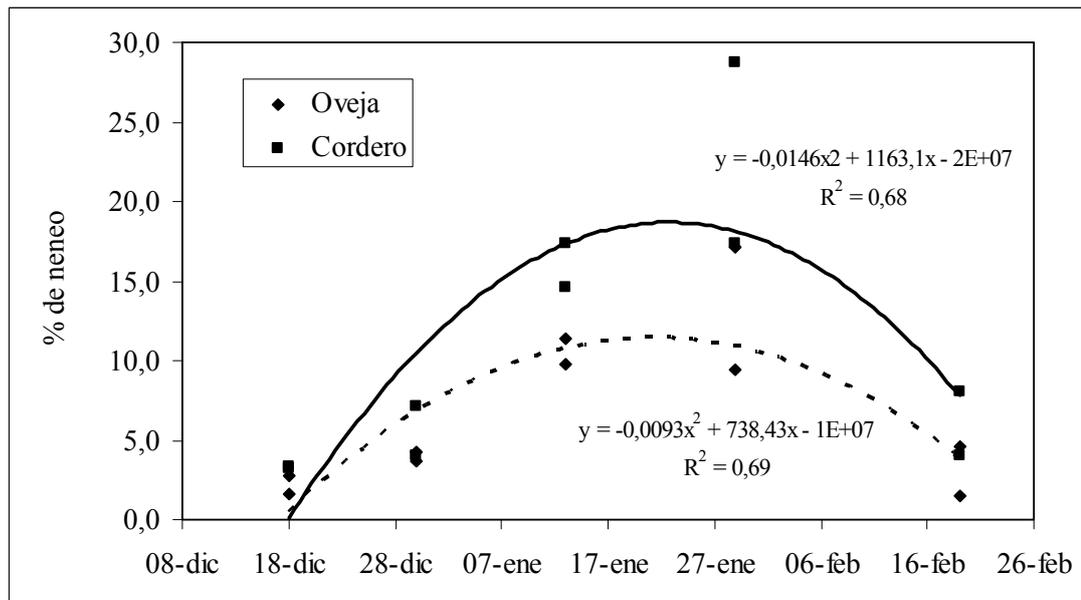
Un apoyo para interpretar los resultados que se obtienen con los pastoreos es el empleo del análisis microhistológico de la dieta. En este caso se cuenta con esta información a intervalos de quince días durante cada período para ambas situaciones. Se muestra una fecha como ejemplo (Figura 24).



Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

Figura 24. Dietas de ovejas y corderos en diferentes pastizales (18 enero 2007).

Se observa que en el sistema Pampa-Mallín se aprovecha el Neneo (*Mulinum espinosun*), que tiene una producción estacional y que de otro modo se perdería. En la Figura 25 también se puede observar que este aprovechamiento varía en el verano y los corderos se diferencian en su consumo relativo de sus madres.



Fuente: Girauo *et al.*, datos no publicados.

Figura 25. Consumo de Neneo de ovejas madres y corderos en potreros de Pampa y Mallín.

A este análisis desde el punto de vista nutricional, en la práctica hay que sumarle otros aspectos como la depredación, que puede inclinar decisión de utilizar uno u otro sistema. De cualquier manera se trata de mostrar este ejemplo para dejar sentado de cómo se pueden optimizar muchas de las etapas, en este caso del pastoreo durante la lactancia. Los antecedentes muestran que en cada una de estas etapas, desde la gestación, comenzando por el peso del corderos al nacimiento, continuando con la lactancia, etc., se van acumulando las ventajas que al final hacen que se obtenga un producto sustantivamente diferente (The New Zealand Sheep Council 2000).

Como se analizó hasta el momento, en Precordillera y Sierras y Mesetas Occidentales, con un buen manejo de la oferta forrajera y de los requerimientos de los animales se pueden lograr resultados, con fluctuaciones, pero que no ponen la producción en riesgo. Esta situación se la puede optimizar **mejorando el manejo nutricional**, si se recurre a herramientas como la suplementación, que por ahora se está utilizando de manera empírica y a su vez estudiando la misma experimentalmente.

Los ensayos que se están realizando están orientados para mejorar los factores vinculados al parto, mediante el empleo de una suplementación estratégica, que podría ser aplicado en los años más desfavorables desde el punto de vista de la oferta forrajera, para mejorar la situación nutricional de las madres.

Se está estudiando el efecto del suministro de granos, principalmente maíz, en los últimos veinte días de gestación, para aumentar la disponibilidad de glucosa para todos los procesos glucosa dependientes, como el desarrollo de la ubre, la producción y calidad del calostro, y otros factores vinculados al parto.

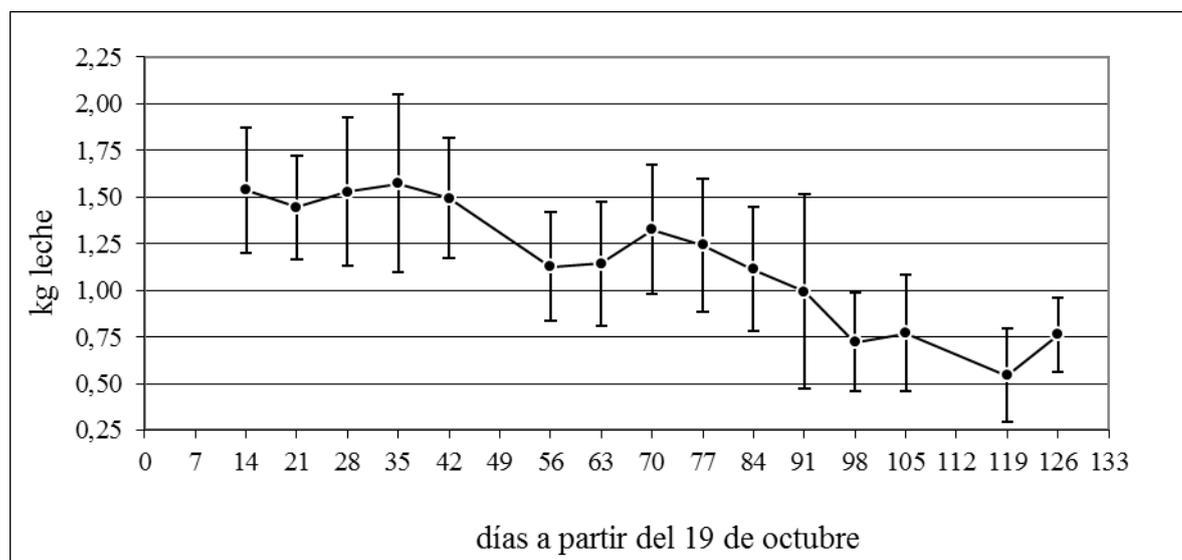
Los resultados que se obtuvieron en el primer año de ensayo se indican en la Tabla 2.

Tabla 2. Efecto de la suplementación previa al parto, sobre el comportamiento madre-cría al parto y características del calostro. Valores promedio \pm DE.

Sitio de parición	CAMPO			COBERTIZO		
	TEST	SUPL	P =	TEST	SUPL	P =
PV oveja parto (kg)	47,2 \pm 6,4	49,5 \pm 6,0	0,21	47,6 \pm 0,6	48 \pm 0,6	0,88
CC oveja parto (puntos)	2,3 \pm 0,3	2,4 \pm 0,2	0,67	2,4 \pm 0,3	2,4 \pm 0,3	0,82
Duración parto (min)	42 \pm 26	36 \pm 16	0,60	28 \pm 24	41 \pm 23	0,20
Peso cordero nacimiento (kg)				4,1 \pm 0,6	4,6 \pm 1,0	0,02
Tiempo en pararse (min)	38 \pm 29	25 \pm 12	0,20	20 \pm 15	9 \pm 8	0,30
Tiempo en mamar (min)	58 \pm 26	52 \pm 20	0,59	42 \pm 26	34 \pm 24	0,43
Distancia alejamiento oveja (m)	11 \pm 10	5 \pm 3	0,03			
Tiempo en volver al cordero (seg)	55 \pm 57	18 \pm 22	0,03			
Volumen glándula mamaria (l)				2,1 \pm 0,7	2,7 \pm 1,0	0,07
Viscosidad calostro (puntos)				3,7 \pm 0,5	4,8 \pm 0,8	<0,01
Grasa butirosa en calostro (%)				12,4 \pm 3,2	11,4 \pm 4,8	0,40

Fuente: Villar *et al.* (2010).

También se está midiendo por primera vez en la región la curva de lactancia en ovejas Merino, información básica que puede mejorar la toma de decisión sobre los destetes etc. (Figura 26).



Fuente: Villar *et al.* (2010).

Figura 26. Producción de leche en ovejas Merino.

La curva confirma la tendencia de los datos existentes en la bibliografía y muestra que al momento de realizar el destete, a mediados de Febrero para este caso, la producción de leche está en el orden de los 500 gramos diarios. Si se desteta, se beneficia a las madres para el próximo servicio, de no hacerlo se favorece el crecimiento de los corderos.

También se puede observar el desvío de cada una de las observaciones indicando producciones de leche muy distintas entre un animal y otro, que puede ser aprovechada como elemento de selección si se piensa en la producción de carne.

En síntesis tanto la Precordillera como las Sierras y Mesetas Occidentales, son áreas sobre la que se cuenta con buena información y que tienen toda la posibilidad de producir lana y carne de calidad de una manera estable.

El Monte occidental

Si bien varios de los aspectos señalados anteriormente son de aplicación general en esta área, la situación del Monte occidental es diferente a las anteriores. La variabilidad de las lluvias, la estacionalidad de la producción forrajera y las dietas que se derivan de esa oferta forrajera, hacen que se logren resultados diametralmente opuestos entre años. En la Tabla 3, se muestran los datos de dos establecimientos (E1 y E2) vecinos, de características similares, en los que se realizó el seguimiento durante tres ciclos contrastantes, lo que muestra indicadores que sufrieron una variabilidad extrema entre años.

Tabla 3. Seguimiento de dos establecimientos vecinos y de características similares en el Monte occidental.

Año	Lluvia anual (mm)	CC de las ovejas al parto		Peso de corderos a la señalada (kg)		% señalada	
		E1	E2	E1	E2	E1	E2
2003	115 (E1) 97 (E2)	1,92	2,24	-	9,63	2,5	40
2004	281 (E1) 302 (E2)	2,54	3,10	26,7	23,31	84	80
2005	278 (E1) 288 (E2)	1,95	2,30	21,1	24,5	50	63

Fuente: Informe final PID 277/01.

Esto condiciona el perfil de doble propósito que se propone para los sistemas patagónicos, ya que la producción de corderos se comporta de una manera aleatoria, de tal modo que en determinados años son primicia y de muy buena calidad y en otros desaparecen del mercado, o no alcanzan un grado de terminación adecuado.

A partir de diciembre la vegetación madura, las especies anuales ya han cumplido su ciclo y el cordero tiene poca posibilidad de proveerse de una dieta adecuada a sus requerimientos. A esas situaciones pertenecen algunas tasas de ganancias entre señalada y destete (Figuras 9 y 10), decididamente bajas a nulas, produciendo un adelgazamiento incompatible con un grado adecuado de terminación para la faena.

Empleando el criterio analizado para las áreas anteriores, los aspectos más relevantes a tener en cuenta serían:

- Manejo con carga adecuada
- Distribución del pastoreo
- Monitoreo de madres en base a CC
- Suplementación estratégica en el parto
- Comercialización de machos antes de fin de año
- Complementariedad de la cría, recría y terminación
- Destete anticipado y su complementariedad con el engorde a corral

Los dos primeros puntos son comunes a lo analizado para las demás áreas, en cambio el empleo de la CC es necesario utilizarla como un sistema de alerta para tomar decisiones de manejo de corto plazo, para decidir si dar o no servicio o suplementar de manera estratégica.

En estos sistemas se impone **la comercialización temprana** de los corderos en los años en que se los dispone, aprovechando que prácticamente no hay oferta de corderos en esta época.

Para los corderos que no han alcanzado su terminación antes de diciembre, considerando que es muy difícil que la obtengan mas adelante, se proponen una serie de alternativas de **complementariedad**, sobre las que se está generando información.

Experiencia de complementarización con Sierras y Mesetas

La primera quincena de diciembre se trasladaron los corderos del Monte occidental a Sierras y mesetas occidentales, a mallines con acceso a pampas (Figura 27).

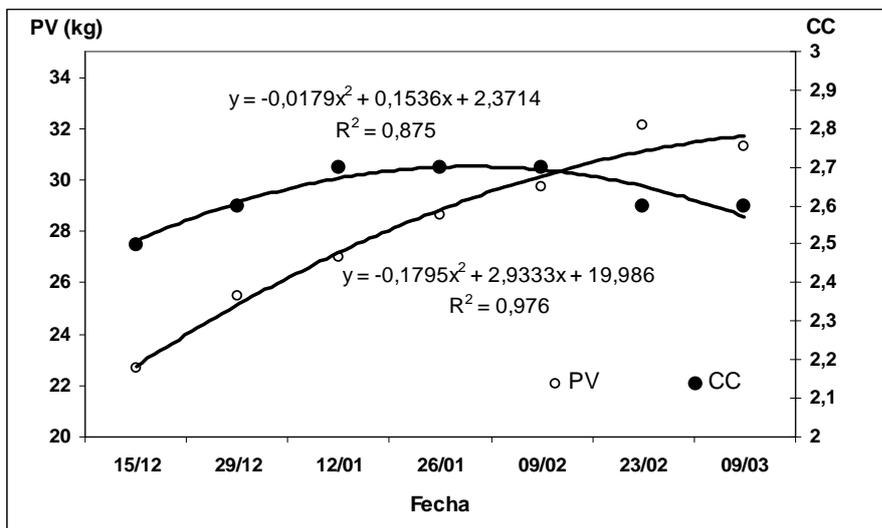
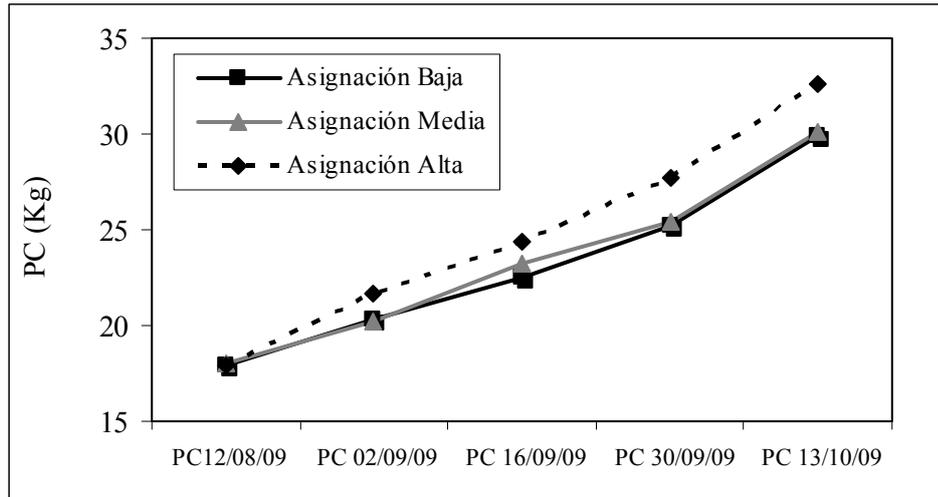


Figura 27. Evolución del peso vivo y la CC de corderos en Sierras y mesetas occidentales provenientes del monte occidental.

Los resultados muestran la complementariedad de ambas áreas ecológicas para terminar corderos.

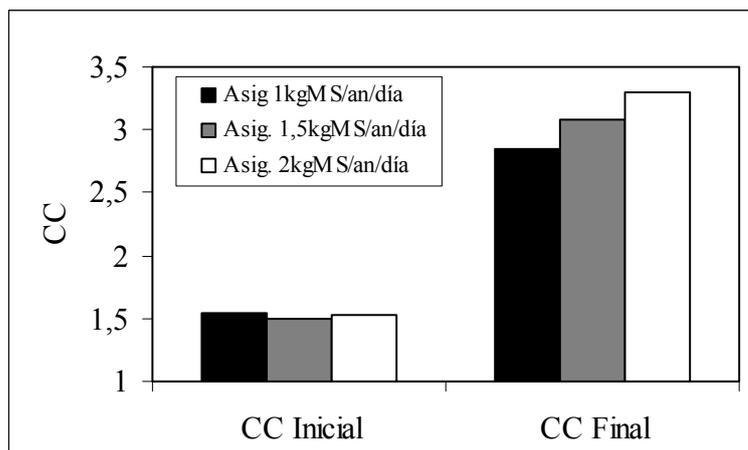
Experiencia de complementación con áreas bajo riego en el Valle inferior del Rio Negro

La misma categoría de corderos, puede ser retenida en el campo y realizar su terminación en pasturas bajo riego. En este caso se empleó Raigrás anual var. Osiris INTA y se trabajó con distintas asignaciones diarias de forraje (Figuras 28 y 29).



Fuente: EEA Valle Inferior, datos no publicados.

Figura 28. Efecto de la asignación diaria de forraje sobre el peso vivo de corderos en Raigras anual.



Fuente: EEA Valle Inferior, datos no publicados.

Figura 29. Efecto de la asignación diaria de forraje sobre la condición corporal de corderos en Raigras anual.

Los resultados son similares a los obtenidos en Sierras y Mesetas, con la diferencia de que deben permanecer, hasta el invierno en el establecimiento de origen, mientras que en el anterior el engorde comienza en Diciembre. Una ventaja la puede constituir el mayor precio de la carne en el momento de faena y la producción de lana.

Terminación en el mismo campo en la primavera temprana

Dependiendo de los años, esta categoría, si se la deja en el campo de Monte durante el otoño e invierno y luego se combina con una primavera favorable, también se termina al inicio esta estación, después de esquilados, siendo al igual que el anterior, un producto muy buscado, ya que está en un momento donde no hay corderos en el mercado. Se lo vende esquilado y su res tiene un tamaño superior a la de los corderos livianos.

Conclusiones

Se ha documentado algunos de los avances registrados en los últimos años sobre la generación de conocimiento, desde el punto de vista de la nutrición y alimentación de los sistemas ovínos, particularmente del norte patagónico.

Para los asistentes a este curso cuya actividad coincida con esta área les resultará de utilidad directa, mientras que quienes se desempeñen con ovínos en áreas diferentes, el aporte será a través de las similitudes y las lógicas empleadas para resolver los problemas.

Referencias

- Buratovich O y Villa M. 2004. Producción intensiva de carne ovina en la precordillera del Chubut. IDIA XXI. Ovínos, p 163-169.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. CSIRO. 1990. Feeding Standards for Australian Livestock: Ruminants. Publications, Melbourne, Australia. 266 p.
- Giraud CG y Somlo R. 1995. Empleo de un pastizal diferido en la nutrición invernal de ovínos. Rev. Arg. Prod. Anim. 15 (1): 312-314.
- Giraud CG. 2007. Empleo de la Microhistología en el manejo nutricional de los ovínos y caprínos. III Jornadas sobre el método microhistológico y su aplicación al análisis de la dieta de herbívoros. EEA INTA Bariloche Comunicación Técnica RN 63.
- Giraud CG y Villagra ES. 2009. Algunos aspectos de la producción ovina en Río Negro. Rev. Presencia 52: 19-24.
- Giraud CG, Villar L, Villagra S y Cohen L. 2009. Variaciones del nitrógeno fecal en ovejas en dos momentos fisiológicos determinantes para la producción ovina de la norpatagonia. Rev. Arg. Prod. Anim. 29 (Sup. 1): 276-277.

- Iglesias R, Larrosa J, Tapia H, Barria D y Alegre B. 2004. Factores que inciden en la eficiencia reproductiva ovina. IDIA XXI. Ovinos, p 45-49.
- The New Zealand Sheep Council. 2000. A guide to improved lamb growth for Farmers and Advisors. Peter Kerr (Ed). N.Z. 160 p.
- Villagra ES, Giraudó CG, Bonvissuto GL, Pelliza A y Borrelli L. 2009. Productividad de sistemas ovinos en dos zonas diferentes del Monte Austral. Rev. Arg. Prod. Anim. 29 (1): 595-596.
- Villar L, Giraudó CG, Cueto M y Cohen L. 2010. Suplementación energética previa al parto en ovejas Merino y su efecto sobre el vínculo madre cría. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 567.
- Wang CJ, Tas BM, Glindemann T, Rave G, Schmidt L, Weibach F y Susenbeth A. 2009. Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. Animal Feed Science and Technology 149: 199–208.

Ecto y Endoparásitos. Epidemiología y control

Fermín Olaechea

Introducción

En condiciones naturales de pastoreo existe un equilibrio entre el hospedador, el parásito y el ambiente en que el hospedador busca libremente su alimento, el parásito obtiene su alimento del hospedador y debido a que su concentración en el ambiente es baja, no llega a enfermarlo gravemente, asegurando así la supervivencia de su especie. Por otra parte, el contacto temprano del hospedador con el parásito le permite elaborar una respuesta inmune que lo protege de la enfermedad aunque a lo largo de su vida siga actuando como una reserva de parásitos.

En condiciones de cría y explotación por parte del hombre los equilibrios entre hospedador y parásito se rompen a partir de la limitación de los movimientos del ganado. El animal tiene que comer en un área limitada y a medida que su población aumenta, la oferta forrajera disminuye y aumenta la concentración de formas infestantes de los parásitos junto con el riesgo de que ocurra enfermedad parasitaria. El rol que juega la alimentación del hospedador para contrarrestar el efecto de los parásitos es muy importante. Una oferta forrajera alta permite al hospedador montar una respuesta inmune eficiente, al mismo tiempo que disminuye el contacto con los parásitos tanto internos como externos dado que el animal reduce sus desplazamientos. Cuando la oferta forrajera es inferior a la adecuada ocurre la situación inversa y es necesario proteger al animal del crecimiento de la población de parásitos. La forma rápida de lograr el control es mediante el uso de antiparasitarios, pero la forma más sustentable es montando un sistema que integre estos medicamentos con el manejo de pasturas, demorando el desarrollo de resistencia en los parásitos.

El control de las parasitosis en rumiantes debe considerar que:

- Es necesario mantener o aumentar la producción considerando la prevención y control de las parasitosis.
 - Máximo control y máxima producción, a veces transitan un camino sin retorno a la resistencia parasitaria.
 - El antiparasitario es un recurso necesario hasta ahora no reemplazable.
 - Los residuos en lana, carne y leche, son y serán barreras para la comercialización.
- Estos y otros aspectos hacen complejo el control, por lo que es necesario desarrollar y validar estrategias que se basen en el diagnóstico y epidemiología de los parásitos, manejo de la majada y conocimiento de la acción de los antiparasitarios disponibles.

Ectoparásitos

Los ectoparásitos más importantes que afectan a los ovinos son los ácaros de la sarna (*Psoroptes ovis*, *Sarcoptes scabiei*, *Chorioptes ovis*, *Psorergates ovis* y *Demodex ovis*), los melófagos (*Melophagus ovinus*) y los piojos (*Bovicola ovis*, *Linognathus*

pedalis y *L. ovillus*). Todos son parásitos obligados y permanentes, sin evolución fuera del huésped y con escasa capacidad de supervivencia en el medio exterior. Aunque el hábitat de estos parásitos está restringido a la superficie del huésped específico, la superficie tegumentaria y el manto de lana de cada huésped tiene condiciones variables debido al estado fisiológico e inmunitario, la esquila, duración del fotoperíodo, radiación solar, temperatura, humedad, etc. Las variaciones de estos factores, modifican el ambiente donde estos parásitos viven y se reproducen, e influyen sobre sus poblaciones (James 1999), siendo la sarna psoróptica, la ectoparasitosis más común y la que mayor daño produce en los ovinos (Nuñez y Moltedo 1985, Olaechea 2004a).

Otras ectoparasitosis temporarias de los ovinos (que solo se mencionarán en este capítulo), como las miasis, producidas por larvas dípteras que se alimentan a nivel cutáneo (“bichera” o “gusanera”, producida por *Cochliomyia hominivorax*) y las oestrosis (miasis cavitaria de la nariz, cornetes y senos frontales, producida por *Oestrus ovis*), donde las fuentes de infestación se mantienen fuera de los animales, comienzan a ser relevantes, tanto en ovinos como caprinos, en ambientes cálidos a partir del centro y norte del país (Anziani y Suárez 2007).

Epidemiología

La transmisión de los ectoparásitos mas importantes se produce por contacto entre animales, esto es frecuente cuando los ovinos se trabajan en la manga, corrales o se estabulan. En el caso de la oveja parasitada y con cría, el cordero se contagia a las pocas horas de nacer y debido a su susceptibilidad, llega a tener en poco tiempo poblaciones de parásitos mayores que sus madres. La supervivencia fuera del huésped, dependiendo de las condiciones ambientales, para los distintos ectoparásitos varía entre 3 a 15 días (Joshua 2001, Crawford *et al.* 2001).

En las épocas frías, tanto los piojos como los melófagos se localizan cerca de la piel, mientras que cuando hace calor, los adultos y estadios ninfales buscan temperaturas adecuadas en el extremo de la lana, en la superficie del vellón. Es en esas condiciones que si tienen el contacto, llegan a trasladarse a otros animales y diseminar la infestación.

En el animal, el desarrollo de la población de ectoparásitos se incrementa en los meses de otoño, llegando a los mayores grados de infestación al final del invierno y primavera, antes de la esquila. Durante el verano, la actividad y la población parasitaria declina, debido a la esquila, a la irradiación solar y calor que determinan condiciones desfavorables para la evolución de la población parasitaria por más de seis meses.

Otras condiciones que influyen el grado de infestación de los ovinos son: la edad (más joven = mayor infestación), la condición corporal (mal estado nutricional o de salud = mayor infestación) y el genotipo (diferencias de 10 veces en la infestación de distintas razas y entre individuos) (James 1999).

La incidencia estacional, así como el grado de infestación están determinados por el manejo, las condiciones climáticas y el estado del huésped (nutricional y fisiológico), habiendo evidencias de resistencia adquirida. Las categorías más susceptibles son los corderos-borregos y las ovejas preñadas (James *et al.* 1998, Small 2005).

Control

Tanto la Sarna como la Melofagosis, son enfermedades de denuncia obligatoria, que deben ser tratadas con productos aprobados oficialmente (listado en oficinas del SENASA).

Uno de los controles más notables para **melófagos** y **piojos**, lo establece la esquila. Si los animales entran muy agitados a la esquila, se pierden más parásitos (hasta el 97%) ya que estos se alejan de la piel generadora de calor hacia la superficie del vellón y la tijera de esquila separa el vellón con gran cantidad de parásitos. Si el manejo es más “tranquilo”, y el ovino no se agita o la esquila se hace en un ambiente frío, quedan más parásitos sobre el animal (se pierde hasta el 34% de los parásitos con el vellón), pues al no incrementarse la temperatura corporal, estos quedan cercanos a la piel y la tijera corta por encima de muchos de ellos. De todas maneras, en cualquiera de los casos, cuando se realiza una esquila prolija, no quedan pupas o liendres sobre el animal. Esto genera una buena oportunidad de control postesquila inmediata, ya que la población parasitaria a tratar es sensible a los químicos. Si la esquila es preparto, hay que tener en consideración que el producto utilizado debe eliminar todos los parásitos antes que nazca el primer cordero, de otra manera, ese cordero será el reservorio y continuador de la infestación en la majada (Carballo y Fernandez 2002, Olaechea y Corley 2003).

Otro de los momentos interesantes para el control parasitario, es el previo al servicio, pues ya se han vendido los corderos, se efectuaron los refugos de animales viejos o indeseables y solo quedan en el establecimiento los animales que pasaran el invierno; si los animales son curados, llegan a la esquila siguiente sin indicios de la parasitosis.

Los tratamientos incluyen varios métodos de aplicación con productos que han demostrado buena efectividad contra los distintos ectoparásitos. Los tratamientos clásicos consisten en la aplicación directa o externa (baños de inmersión o aspersión) de quimioterápicos insecticidas/acaricidas, los que deben permanecer sobre la piel y vellón para entrar en contacto con el parásito. El vellón del ovino tiene como característica que es absorbente y su contenido graso retiene los insecticidas, esto permite que una variedad de compuestos, desde organofosforados hasta piretroides sintéticos, tengan efectos notables en el control de las ectoparasitosis y que su tiempo de acción se incremente en ovinos con mucha lana (Sinclair 1977).

Actualmente, por su fácil aplicación, están muy difundidos, para melófagos y piojos, los medicamentos aplicados por derrame (spot on, pour on y spray on). Si bien algunos actúan en forma sistémica pues se absorben por piel (ej. Ivermectina), la mayoría son formulaciones basadas en piretroides sintéticos, que aplicados sobre la piel no se absorben, actúan por volatilización a partir de la emisión de vapores que crean una nube o atmósfera con efecto insecticida. También se le atribuye esa acción a una distribución dérmica, al mezclarse con las diferentes secreciones de la piel, ayudado por la natural lipofilia de los piretroides. En ovinos con más lana, la aplicación por derrame debe ser más cuidadosa y con mayor volumen de producto (Olaechea *et al.* 2004).

Por sus hábitos alimenticios, tanto el melófago como los ácaros de la sarna, son posibles de controlar con productos sistémicos, como ivermectina, abamectina y moxidectin (Olaechea *et al.* 1997, Roberts *et al.* 1998).

Un aspecto a considerar es que la curación clínica lograda después de un tratamiento eficaz no indica limpieza parasitológica, los estadios parasitarios sobrevivientes al tratamiento en el huésped serán los responsables de rebrotes, generalmente visibles meses después. Las drogas disponibles en el mercado no tienen acción ovicida, y si estas no tienen poder residual que supere el período de incubación (fase embriogénica), un segundo tratamiento debe ser aplicado antes que evolucionen estadios con capacidad reproductiva (del primer tratamiento: 7 a 10 días para la sarna, 24 a 28 días para el melófago). El otro aspecto a tener en cuenta en la planificación y control de la efectividad de los productos, es el tiempo que tarda en eliminar las poblaciones de parásitos, en la Tabla 1 se ejemplifica con la efectividad de distintos melofagucidas.

Tabla 1. Reducción de la población de melófagos en tratamientos controlados en ovinos naturalmente infestados*.

Día	0	21	40	49
Ivermectina (0-21)	47,9	18,2 (62%)	0 (100%)	0 (100%)
Ivermectina (LA)	12	0,05 (99%)	0 (100%)	0 (100%)
Ivermectina (cápsula)	50,8	19,4 (62%)	0,9 (98%)	0 (100%)
Cipermetrina 6% (pour on) (esquilado)	36,3	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)
Cipermetrina 6% (pour on) (con vellón)	44,3	4 (91%)	0,7 (98%)	0 (100%)
Cipermetrina (aspersión)	24,7	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)
Neocidol (aspersión)	29,6	0 (100%)	0 (100%)	0 (100%)

* Resumen de ensayos realizados en la EEA INTA Bariloche (Olaechea, datos inéditos) y Río Grande (Leiva *et al.* 2009).

Por último, así como la junta de todos los animales de un potrero y la aplicación del tratamiento adecuado eliminan el problema en una majada enferma, el control de ingresos al establecimiento, los buenos alambres entre potreros y la desinfección de las comparsas de esquila, evitan el contagio en la majada sana.

Los productos autorizados por SENASA, de uso común para el control de Ectoparásitos se listan en las Tablas 2 y 3. Los grupos químicos utilizados en los ectoparasiticidas pueden ser: a) **Organofosforados**, su modo de acción es por

contacto (Diazinón, Coumafós, Triclorfon y Clorpirifos), b) **Aminas y amidas**, también actúa por contacto, teniendo la ventaja de baja toxicidad y residualidad para los mamíferos (Amitraz), c) **Piretroides sintéticos**, produce parálisis de los insectos, son sumamente versátiles pero de baja toxicidad y rápido metabolismo en mamíferos (Cipermentrina, Cialotrina, Deltametrina, Permetrina), d) **Lactonas macrocíclicas**, son sistémicos que tienen un amplio espectro de acción para endo y ectoparásitos que se alimentan de sangre y líquidos tisulares del huésped (Ivermectina, Abamectina, Doramectina y Moxidectin).

Tabla 2. Productos Antisármicos aprobados por SENASA para su uso en ovinos.

Producto	Droga	Dosis	Cantidad de dosis	Vía de aplicación
Bagomectina Biogénesis Bago SA	Ivermectina 1%	1 ml/50 kpv*	2 Dosis Intervalo 7 Días	Inyectable
Ivomec Merial SA	Ivermectina 1%	1 ml/50 kpv*	2 Dosis Intervalo 7 Días	Inyectable
Dectomax Pfizer	Doramectina 1%	1 ml/50 kpv*	2 Dosis Intervalo 7 Días	Inyectable
Nitromectin LA Ovejero SA	Ivermectina (0,5%) + Nitroxinil	1 ml/25 kpv	2 Dosis Intervalo 7 Días	Inyectable
Bovifort LA Biogénesis Bago SA	Ivermectina 1%	1 ml/30 kpv	1 Dosis	Inyectable
Bagomectina 3.15 LA – AD3E Biogénesis Bago SA	Ivermectina 1%	1 ml/30 kpv	1 Dosis	Inyectable
Vermectin LA Premiun Over SA	Ivermectina 3,15	1 ml/30 kpv	1 Dosis	Inyectable
Fenomax LA Schering Plough	Ivermectina 1%	1 ml/25 kpv	1 Dosis	Inyectable
Promectina Plus 3,15% Proagro SA	Ivermectina 3,15%	1 ml/30 kpv	1 Dosis	Inyectable
Iverton Gold 3,5% Farmagroup SA	Ivermectina 3,5%	1 ml/30 kpv	1 Dosis	Inyectable
Meltra 3,15 Brower SA	Ivermectina 3,15%	1 ml/30 kpv	1 Dosis	Inyectable
Sarnatox B3 Schering Plough	Diazinón 50%	PB 1/1000 RR 2/1000	2 Baños Intervalo 10/12 días	Inmersión
Cipersin Biogénesis Bago SA	Cipermetrina 20%	PB 1/1000 RR 2/1000	2 Baños Intervalo 10/12 días	Inmersión

ml/kpv: mililitros por kilogramo de peso vivo.

PB: Pie de baño.

RR: Refuerzo y reposición.

Tabla 3. Productos Melofaguicidas y Piojicidas aprobados por SENASA para su uso en ovinos.

Producto	Droga	Dosis*	Vía de aplicación
Lanasan Inst. Rosebusch	Cipermetrina 6%	1 - 2 o 3 ml/10 kpv, según largo de lana	POUR ON (Derrame dorsal)
Arrasa Ovinos Biogénesis Bago AS	Cipermetrina 6%, Imidacloprid 2% Butoxido de piperonilo 3%	4 ml/10 kpv	POUR ON (Derrame dorsal)
Vermectin LA Premiun OVER SA	Ivermectina 3,15%	1 ml/30 kpv	INYECTABLE
Promectina Plus 3,15% Proagro SA	Ivermectina 3,15%	1 ml/30 kpv	INYECTABLE
Meltra 3,15 Brower SA	Ivermectina 3,15%	1 ml/30 kpv	INYECTABLE
Iverton Gold 3,5% Farmagroup SA	Ivermectina 3,5%	1 ml/30 kpv	INYECTABLE
Sarnatox B3 Schering Plough- Intervet	Diazinon 50%	PB 1/1000 RR 2/1000	INMERSION
FOSCRINAR Schering Plough- Intervet	Dimpilato 50%	1:1000	INMERSION
BUTOX Schering Plough- Intervet	Deltametrina 5%	PB 1/1000 RR 1,5/1000	INMERSION
Cipersin Biogénesis Bago SA	Cipermetrina 20%	PB 1/1000 RR 2/1000	INMERSION
Aspersin Biogénesis Bago SA	Cipermetrina 20% Clorpirifos 50%	1:1200	ASPERSION
Sarnatox B3 Schering Plough- Intervet	Diazinon 50%	1:1000	ASPERSION

* Todos los productos se utilizan a única dosis.

PB: Pie de baño.

RR: Refuerzo y reposición.

Endoparásitos

Las infecciones por endoparásitos constituyen una limitante de importancia en la producción de rumiantes, con efectos que varían desde pérdidas subclínicas de peso a la muerte de animales severamente afectados.

Las diferentes especies de endoparásitos están inevitablemente asociados a los animales en pastoreo, caracterizándose por su estrecha relación con el medio ambiente y los hospedadores (definitivos: herbívoros e intermediarios: *Lymnaea* para *Fasciola hepatica*, oribátidos para *Moniezia* spp. y *Thysanosoma*, cánidos para distintas tenias). Esta interdependencia hace que varíe, tanto la diversidad genérica como de especie o la densidad de las poblaciones de acuerdo a las características de clima (humedad y temperatura) y manejo de las explotaciones.

Si bien los endoparásitos de mayor incidencia y patogenicidad son pocos, las especies de nematodos y cestodes aisladas en lanares en nuestro país son:

Estómago: *Ostertagia ostertagi*, *O. lyrata*, *O. trifurcata*, *O. occidentalis*,
*Marshallagia marshalli**, *Teladorsagia circumcincta**, *T. daviana*,
Haemonchus contortus, *H. placei*,
Trichostrongylus axei.

Intestino delgado: *T. colubriformis*, *T. vitrinus*, *T. longispicularis*, *T. capricola*,
Strongyloides papillosus,
Cooperia serrata, *C. curticei*, *C. oncophora*, *C. mcmasteri*, *C. pectinata*
*Nematodirus filicollis**, *N. spathiger**, *N. abnormalis*, *N. oriatianus**, *N.*
battus, *N. helvetianus*,
Bunostomum trigonocephalum,
Toxocara vitulorum,
*Moniezia expansa**, *M. benedeni*
Helicometra giardi.

Intestino grueso: *Chabertia ovina*,
Oesophagostomum columbianum, *O. venulosum*,
*Trichuris ovis**.

Hígado: *Fasciola hepatica**,
*Thysanosoma actinioides**.

Pulmón: *Dictyocaulus filaria*,
*Echinococcus granulosus (quistes)**.

Otros: *Coenurus cerebralis*. *Taenia multiceps*,
*Cysticercus tenuicollis**, *Taenia hydatigena*,
*Oestrus ovis**.

* Parásitos de hallazgo frecuente en ovinos patagónicos.

Bases epidemiológicas útiles para el control

El conocimiento de la dinámica del parasitismo es fundamental para proponer estrategias de control. Para esto se debe determinar la presencia, abundancia, distribución espacial (regional o dentro de un determinado nicho) y temporal (estacionalidad) de las principales especies.

Estos aspectos están influidos por 4 grupos de factores (Romero y Boero 2004):

1. Dependientes de los parásitos: Los parásitos de ciclo directo sobreviven a dos ambientes durante su ciclo vital: a) el **medio externo**, donde evolucionan las formas infectivas, expuestas a condiciones climáticas variables; y b) el **medio interno**, dado por el hospedador, en el que enfrentan la respuesta inmune, la competencia entre especies parasitarias y los tratamientos farmacológicos.

Los factores de adaptación son genéticos, predeterminados en cada especie o en cada cepa y esto determina su presencia en distintos ambientes.

2. Dependientes del ambiente: El ambiente condiciona la abundancia, la estacionalidad y es fundamental para determinar el nivel de riesgo parasitario para las poblaciones de hospedadores (Johnstone 1971, Olaechea 2004b).

3. Dependientes de los hospedadores: Los hospedadores condicionan por su nivel de susceptibilidad el desarrollo de las poblaciones parasitarias. La capacidad de respuesta inmune evoluciona con la edad y las experiencias de parasitismo, es así que los individuos adultos alcanzan un elevado nivel de resistencia (Craig 1986).

Los niveles de susceptibilidad individual varían genéticamente entre individuos de igual categoría y a los fines prácticos se estudian desde dos puntos de vista: la tolerancia, que es la capacidad de algunos hospedadores de albergar gran cantidad de parásitos sin sufrir sus efectos en la producción o la salud, y la resistencia que es la aptitud de algunos hospedadores para interrumpir total o parcialmente el ciclo y la reproducción de las poblaciones parásitas a que es expuesto (Castells Montes 2002). Está demostrado en poblaciones no seleccionadas que el 25% de los animales pueden generar mas del 75% de la contaminación, esto justificaría la segregación de los individuos susceptibles.

4. Dependientes del manejo: El manejo de la majada a través de los tratamientos antihelmínticos, los cambios de potrero y los niveles de alimentación a que están sometidos los animales contribuyen a determinar las tasas de infección y su efecto sobre la producción (Coop y Kyriazakis 1999, Nari *et al.* 1983). La variación en la susceptibilidad de los ovinos expuestos, y el pastoreo simultáneo o alternado con especies no susceptibles, afectan la dinámica y diversidad natural de las poblaciones (Quintana 1987). Las cargas elevadas en sistemas intensivos, aún con niveles iniciales bajos de eliminación de huevos, generan altas tasas de contaminación que son desencadenantes de pérdidas productivas (Uriarte y Valderrábamo 1990).

Control

Teniendo en cuenta el ciclo biológico, las variaciones de infectividad de las pasturas, las técnicas diagnósticas, la interpretación epidemiológica y la finalidad de los tratamientos, se proponen las siguientes modalidades de control:

Tratamientos estratégicos o preventivos: En campos con problemas, superada la etapa clínica y de pérdidas por endoparásitos, es necesario bajar el nivel de contaminación de las pasturas, con tratamientos al inicio del pastoreo que eviten la “siembra” de huevos de parásitos. Esto se logra dosificando con intervalos establecidos por el poder residual del producto utilizado (2-3 días para benzimidazoles y 21-28 para endectocidas), sumado a los 21 días que tardan los parásitos en iniciar la eliminación de huevos en materia fecal. O sea que con un régimen de dosis cada 3 a 4 semanas con levamisole y benzimidazoles y de 5 a 8 semanas con endectocidas, se reduce drásticamente la infectividad de las pasturas. Este sistema es proclive a seleccionar cepas de parásitos resistentes.

Tratamientos Tácticos: Se basan en el diagnóstico y el objetivo es minimizar las pérdidas de producción. Los resultados de hpg, conteo de larvas en pasto y la comparación de pesos con grupos tratados, definen riesgo parasitario y ayudan a decidir cuando dosificar. Este método no siempre modifica la población parasitaria del sistema.

Las **alternativas de control** propuestas para la prevención de la enfermedad parasitaria, tales como el pastoreo alterno con otras edades u otras especies, la selección genética de animales resistentes a los endoparásitos, la inmunización del ganado ya sea por la administración de larvas irradiadas, o de extractos proteicos purificados, el uso de antagonistas naturales de los nematodos (hongos y artrópodos nematófagos y toxinas nematotóxicas de *Bacillus thuringiensis*), son promisorias, tienen distintos grados de desarrollo y se espera que lleguen a reducir las poblaciones parasitarias sin causar los efectos nocivos de las sustancias químicas.

Manejo integrado: El objetivo más importante del manejo del pastoreo debe ser la adecuada nutrición de la majada. Ovinos bien alimentados son más resistentes a la infección y menos susceptibles a los efectos patogénicos de los parásitos. Este enfoque disminuye la dependencia del antiparasitario y aumenta el desafío para la profesión veterinaria que debe considerar: a) Diagnóstico parasitológico durante los períodos de mayor riesgo de infección y en las categorías susceptibles. b) Diseño de estrategias de desparasitación tendientes a mantener reducido el riesgo de las categorías más susceptibles, la infectividad de las praderas y sobre la base del diagnóstico, evitar la repetición innecesaria de dosificaciones masivas o en animales que no las necesitan. c) Diagnóstico del estatus de resistencia. d) En explotaciones con un núcleo definido, establecimiento de un programa de selección que además de caracteres productivos, contemple la selección de individuos resistentes y, de ser posible, tolerantes a los parásitos. e) Manejo diferido y descansos de pasturas (aproximadamente 6 meses en climas fríos y húmedos, y 2 meses en calurosos y secos). f) Utilización del circuito agrícola. g) Pastoreo alternativo por

ovinos jóvenes y adultos. h) Pastoreo alternativo de especies. i) Pastoreo mixto (diferentes edades o especies). j) Suplementación (mejora el estado del animal y su respuesta inmune). k) Monitoreo de todos los subprogramas en función de no instituir sistemas que tiendan a seleccionar cepas resistentes a los medicamentos.

Resistencia a los antiparasitarios

Algunos individuos en las poblaciones de parásitos tienen aptitud para evitar que las drogas los maten. Si se repiten con frecuencia los tratamientos con el mismo grupo químico sobre la población de parásitos que contenga a esos individuos, en poco tiempo predominará esa descendencia. Generalmente cuando en una población se desarrolla la resistencia a una droga, la cepa resulta resistente a todo el grupo químico. Este proceso también puede iniciarse en un campo por el ingreso de cepas resistentes con animales provenientes de otros establecimientos (Nari 2003).

Resistencia a Antiparasitarios Externos: En 1962, se comunica por primera vez en nuestro país la resistencia de *Psoroptes ovis* al isómero gamma del hexaciclohexano y en 1965 al Diazinón (Nuñez y Moltedo 1985). Actualmente se registran reclamos y sospechas no confirmadas de productos como los piretroides sintéticos y los endectocidas que en otros lugares del mundo generaron cepas resistentes.

Para el caso de **melófagos** o **piojos** resistentes, si bien no hay antecedentes en nuestro país, en Inglaterra se diagnosticaron en 1960 cepas de piojos resistentes a los baños tradicionales con drogas tales como los organoclorados (lindane) y para los pour-on que ingresaron al mercado en Australia en 1981, el primer reporte de resistencia de *Bovicola ovis* fue realizado en 1985 (Boray *et al.* 1988).

Resistencia a Antiparasitarios Internos: En 1957, se comunicó por primera vez la resistencia a la Fenotiazina en EEUU. Al presente, estas observaciones se han reproducido en todo el mundo para casi todos los antiparasitarios conocidos. El manejo irracional de medicamentos, sumado a la mala práctica de los tratamientos, tales como la subdosificación por fallas en el instrumental, por la estimación de peso de los animales o la mala calidad de los productos, han conducido a la selección de cepas con resistencia a antihelmínticos (Hennessy 1994). En nuestro país se comunicó por primera vez la sospecha de un caso en 1988, luego comprobado (Romero *et al.* 1992), en la Provincia de Buenos Aires. La aparición e intensidad de este fenómeno está en relación directa con la intensidad de los tratamientos. A nivel nacional se dice que más del 60% de las majadas presentan resistencia a algún grupo químico (Eddi *et al.* 1996). Si bien en Australia y Europa se ha detectado resistencia de *Fasciola hepatica* a específicos fasciolicidas (Lammert *et al.* 2000), esto recién se ha diagnosticado en el 2009 en Patagonia para el Triclabendazole (Olaechea *et al.*, en prensa).

Alternativas para prolongar la vida útil de los antiparasitarios: El uso continuo de un mismo grupo químico facilita la selección y aumento de frecuencia de helmintos resistentes a ese grupo. Por ello, teniendo en cuenta la opinión del veterinario actuante, se han propuesto distintos esquemas de rotación para dar la menor oportunidad a la resistencia.

- a) Rotación anual de las drogas de amplio espectro que en un test de reducción de recuento de huevos demostraran ser eficaces.
- b) Utilización simultánea de dos grupos químicos en la oportunidad de cada tratamiento.

Referencias

- Anziani Suárez VH. 2007. Miasis. En Suárez V, Olaechea F, Rossanigo C y Romero J (Eds). Parasitosis más comunes en los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América, p 217-230.
- Bates PG. 1999. Control of sheep ectoparasites using shower dips, spray races and jetting wands. *Veterinary Record* 145 (6): 175.
- Boray JC, Levot GW, Plant JW, Hughes PB y Johnson PW. 1988. Resistance of the sheep body louse, *Damalinia ovis*, to synthetic pyrethroids. En PM Outteridge (Ed) *Australian Advances in Veterinary Science*, Australian Veterinary Association, Sydney, p 130-136.
- Carballo MV y Fernandez S. 2002. Tratamiento de la piojera ovina en la esquila. *Revista del Plan agropecuario* 99, 4p. En <http://e-campo.com>.
- Castells Montes D. 2002. Resistencia genética del ovino y su aplicación en sistemas de control integrado de parásitos. FAO. Hemisferio Sur (Ed), 138 p.
- Coop RL y Kyriazakis I. 1999. Nutrition-parasite interaction. *Vet Parasitol.* 17 (7): 187-204.
- Craig T. 1986. Epidemiology and control of gastrointestinal nematodes and cestodes in small ruminants. *Vet. Clin. of N.A.* 2: 367-372.
- Crawford S, James PJ y Maddocks S. 2001. Survival away from sheep and alternative methods of transmission of sheep lice (*Bovicola ovis*). *Veterinary Parasitology* 94 (3): 205-216.
- Crovetto H. 2001. Proyecto Nacional de Erradicación de la Melofagosis. Dirección Nacional de Sanidad Animal. SENASA, 15 p.
- Eddi C, Caracostantogolo J, Peña M, Shapiro J, Marangunich L, Waller O y Hansen JW. 1996. The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in southern Latin America: Argentina. *Vet Parasitol.* 62: 89-197.
- Hennessy DR. 1994. The disposition of antiparasitic drugs in relation to the development of resistance by parasites of livestock. *Acta Tropica.* 56: 125-141.

- James PJ, Carmichael IHC, Pfeffer CA, Martin RR y O'Callaghan MG. 2002. Variation among Merino sheep in susceptibility to lice (*Bovicola ovis*) and association with susceptibility to trichostrongylid gastrointestinal parasites. *Veterinary Parasitology* 103 (4): 355-365.
- James PJ, Moon RD and Brown DR. 1998. Seasonal dynamics and variation among sheep in densities of the sheep biting louse, *Bovicola ovis*. *International Journal of Parasitology* 28: 283-292.
- James PJ. 1999. Do sheep regulate the size of their mallophagan louse populations? *International Journal for Parasitology* 29 (6): 869-875.
- Johnstone IL. 1971. Enfoque ecológico para el control de la parasitosis ovina. *Col. Agrop. INTA* 20, 113 p.
- Joshua E. 2001. Sheep lice. *Dep. of Agr. New South Wales, Agfact A3.9.31, 3rd Edition* 5 p.
- Lammert M, Gaasenbeek PH, Vellema P y Borgsteede FHM. 2000. Resistance of *Fasciola hepatica* against triclabendazole in cattle and sheep in The Netherlands. *Veterinary Parasitology* 91: 153-158.
- Leiva D, Cabeza S, Ceccaldi E, Leyes M y Olaechea FV. 2009. Evaluación de efectividad antiparasitaria contra *Melophagus ovinus* en ovinos Corriedale de la provincia de Tierra del Fuego. *Revista Ibero-Latinoam de Parasitol.* 1: 32-36.
- Levet GW. 1995. Resistance and the control of sheep ectoparasites. *Int. J. Parasitol.* 25 (11): 1355-56.
- Nari A, Cardozo H, Rizzo E, Solari MA y Petraccia C. 1983. Efecto del parasitismo gastrointestinal en la performance de corderos sometidos a diferentes planos de nutrición y edad de destete. *Veterinaria.* 29 (85): 57-63.
- Nari A. 2003. Resistencia a los Antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. *FAO* 157, 153 p.
- Nuñez JL y Moltedo HL. 1985. Sarna Psoróptica en Ovinos y Bovinos. *Ed Hemisferio Sur, Buenos Aires*, 144 p.
- Olaechea FV y Corley J. 2003. Ked (*Melophagus ovinus*) transmission: burden on lambs from affected flocks and remnant populations after shearing. 19th International Conference, World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, New Orleans, EEUU, 10-15 de agosto 2003.
- Olaechea FV, Benitez Usher C, Cramer LG y Eagleson JS. 1997. Efficacy and persistent effect of ivermectin controlled-release capsule and ivermectin 1% injection against *Melophagus ovinus*. 16th International Conference, World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology, Sun City, South Africa, 10-15 Agosto 1997.
- Olaechea FV, Corley J, Cabrera R, Hoffman F, Iribarren F y Raffo F. 2004. Efectividad antiparasitaria de la Cipermetrina 6% "pour on" contra *Melophagus ovinus* en ovinos a corral y a campo. *Vet. Arg.* 208: 587-594.

- Olaechea FV. 2004a. Sarna Ovina: Efectos en la producción. IDIA XXI. INTA (Ed), p 87-91.
- Olaechea FV. 2004b. Fasciola hepatica. Red de helmintología de FAO para América Latina y El Caribe. Conferencia electrónica: 1-8.
- Parasitosis más comunes en los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. Suarez V, Olaechea F, Rossanigo C y Romero J (Eds), 298 p.
- Quintana S. 1987. Manejo parasitario del cordero de destete en campo natural y pastoreo alterno con bovinos en un área de basalto superficial. Veterinaria. 23 (97): 6-14.
- Roberts GR, Paramadini M, Bulman GM, Lamberti JC, Elordi L, Filippi J y Margueritte JA. 1998. Eficacia de una nueva formulación de ivermectina al 1% inyectable en una única dosis subcutánea frente a *Melophagus ovinus* (Linneo 1758) en ovinos de la Patagonia (Argentina). Vet. Arg. 15 (142): 91-95.
- Romero JR y Boero CA. 2004. Epidemiología de la gastroenteritis verminosa de los ovinos en las regiones templadas y cálidas de la Argentina. Analecta Vet. 21: 21-37.
- Romero JR, Espinosa G y Valera AR. 1992. Demostración de Resistencia al Oxfendazole en Trichostrongylidos de ovinos de la Zona deprimida del Salado. Rev. de Med. Vet. 73 (2): 82-86.
- Sinclair AN. 1977. The unusual nature of of sheep fleece in relation to applied insecticide. The Veterinary Review 24: 95-103
- Small RW. 2005. A review of *Melophagus ovinus* (L.), the sheep ked. Veterinary Parasitology 130: 141-155.
- Uriarte J y Valderrábano J. 1990. Grazing management strategies for the control of parasitic diseases in intensive sheep production systems. Vet. Parasit. 37: 243-255.

Sitios de interés en Parasitología

INTA Red de Helmintología	http://cniia.inta.gov.ar/helminto
GUIA MULTIMEDIA sobre Diagnóstico Parasitológico Veterinario	http://www.fao.org/ag/againfo/resources/documents/Parasitology/Index/Index.htm
INSTITUTO NACIONAL DE PARASITOLOGIA DR MARIO FATALA CHABEN"	http://www.fac.org.ar/fec/chagas/fatala
VIA RURAL - PORTAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA ARGENTINA	http://www.viarural.com.ar
ATLAS DE PARASITOLOGIA MEDICA	http://www.cdfound.to.it/HTML/atlas.htm
PARASITES AND PARASITOLOGICAL RESOURCES	http://www.biosci.ohio-state.edu/~parasite/home.html
THE AMERICAN SOCIETY OF PARASITOLOGISTS	http://www-museum.unl.edu/asp/
DIAGNOSIS OF VETERINARY ENDOPARASITIC INFECTIONS	http://cal.vet.upenn.edu/dxendopar/
PARASITIC DISEASES	http://www.mic.ki.se/Diseases/c3.htm
PARASITOLOGY TEACHING RESOURCES	http://www.cvm.okstate.edu/~users/jcfox/htdocs/clinpara/clinpara.htm
ECTO AND ENDO-PARASITES	http://www.soton.ac.uk/~ceb/
THE PARASITOLOGY RESOURCE	http://www.bact.wisc.edu/foodsafety/parasite/start.html
CSIRO	http://www.ento.csiro.au
Sheep CRC and AWI	http://www.wormboss.com.au
New South Wales Dep. of Primary Industries. Animal Health	http://www.agric.nsw.gov.au/reader/an-health

Enfermedades infecciosas de los ovinos en Patagonia

Carlos Robles

1. Introducción

La Región Patagónica tiene un status sanitario particular debido a la existencia de la barrera sanitaria en los Ríos Colorado y Barrancas, que ha permitido tener a la región libre de Fiebre Aftosa. Las restricciones del ingreso de animales en pie desde la zona ubicada al norte de la barrera sanitaria, las características ecológicas de la región y el sistema de manejo extensivo del ganado, han determinado que muchas otras enfermedades, si bien presentes, no alcancen las altas prevalencias registradas en otras regiones del país.

A continuación se presentan las principales enfermedades infecciosas detectadas en ovinos de la Patagonia, comentando el estado de avance del conocimiento que se tiene de las mismas y sus posibilidades de prevención y control

2. Enfermedades clostridiales

Este es un grupo de enfermedades producidas por diferentes bacterias anaeróbicas del género *Clostridium*, que se presentan generalmente en forma de brotes con muerte aguda o sobreaguda.

2.1. Gangrena gaseosa: Puede ser producida por *Clostridium septicum*, *Clostridium novyi* A y menos frecuentemente *Cl. novyi* B, *Cl. perfringens*, *Cl. chauvoei*, *Cl. histolyticum* y *Cl. sordelli*, habitualmente asociados. Es una infección de origen exógeno, donde el agente o los agentes causantes están en el medio ambiente y son las heridas de esquila, descole, castración e inyección de productos veterinarios la puerta de entrada más común de la bacteria al organismo animal. Evolucionan en el tejido subcutáneo aunque frecuentemente la masa muscular también se halla afectada, produciendo luego septicemia, shock toxi-infeccioso y la muerte del animal. La enfermedad conocida como "Cabeza Hinchada" es considerada una gangrena gaseosa que sobreviene por la contaminación de heridas en la cabeza debidas a las peleas que suelen tener los carneros adultos entre sí.

2.2. Enterotoxemia: Producida por *Clostridium perfringens* D. Es una infección endógena, condicionada habitualmente por alteraciones en el tubo digestivo, afectando principalmente animales de ambos sexos hasta los 12-18 meses de edad. El germen está presente en el intestino del animal como un habitante normal del mismo, pero bajo condiciones favorables, se multiplican y comienzan a producir toxinas, principalmente épsilon y desencadenan la enfermedad. Tales condiciones se presentan cuando ocurre un cambio brusco en la dieta, generalmente al pasar de una

dieta pobre a una de superior calidad. Otras situaciones desencadenantes de enterotoxemia son un alto nivel de parasitismo intestinal, sobre todo de tenias y la sobre-dosificación con productos farmacéuticos. Si bien la enfermedad es generalmente de curso sobreagudo se puede notar en algunos casos decaimiento, fiebre, incoordinación, sintomatología nerviosa y muerte.

2.3. *Hepatitis infecciosa necrosante*: Producida por el *Clostridium novyi* Tipo B. Es una infección endógena, condicionada a factores predisponentes como el parasitismo por *Fasciola hepática* y por *Thysanosoma actinioides* que generan las condiciones adecuadas de anaerobiosis en el hígado para el desarrollo de las bacterias y la producción de sus toxinas. Se caracteriza por depresión, los animales se mantiene apartados de la majada, puede haber fiebre, hemoglobinuria, fuerte ictericia, signos neurológicos y muerte en forma sobreaguda.

2.4. *Tétanos*: Causado por el *Clostridium tetani*. Es una infección exógena caracterizada por contracturas permanentes de la musculatura. La enfermedad se origina a partir de heridas de castración, descole y esquila contaminadas con el clostridio. La multiplicación del *Cl. tetani*, en la herida, es muy rápida y produce toxina la cual actúa sobre el sistema nervioso central. Se caracteriza por rigidez y temblores musculares, trismos, prolapso de tercer párpado, respuesta exagerada a estímulos, congestión de mucosa ocular, meteorismo secundario, posición en caballete, postración, opistótonos y muerte.

3. Enfermedades reproductivas

3.1. *Epididimitis contagiosa del carnero*: Es causada por *Brucella ovis* y constituye la principal enfermedad reproductiva de los ovinos. Esta diseminada en toda la Patagonia con prevalencias a nivel de establecimiento que varían desde un 2% a un 70% de carneros infectados, con una media del 8% estimada a partir de muestras enviadas para diagnóstico a los laboratorios del INTA Bariloche. La pérdida estimada por el solo hecho de tener que reemplazar los carneros infectados, sería de aproximadamente de 3 millones de dólares anuales. La enfermedad se manifiesta por la inflamación e induración de los epidídimos y pérdida parcial o total de la fertilidad del carnero. No todos los animales infectados desarrollan lesiones, por lo que el diagnóstico de esta enfermedad a nivel de majada debe realizarse a través de una revisión clínica para la detección de lesiones en el aparato reproductor del carnero y el sangrado de los mismos para la detección de anticuerpos en sangre contra *Brucella ovis*. Al presente, no hay en el mercado argentino una vacuna aprobada para prevenir esta enfermedad, por lo que el control se realiza a través de la detección y posterior descarte de los animales enfermos.

3.2. *Orquio-epididimitis en borregos y carneros*: Esta enfermedad es causada por diferentes agentes, como *Actinobacillus seminis*, *Histophilus ovis* y *Corynebacterium piógenes*. En el caso de la infección por *Histophilus ovis*, afecta principalmente a lotes de borregos con una muy buena alimentación, mantenidos a galpón por ser

animales de pedigree o puros por cruza y que están siendo preparados para alguna exposición o para ingresar en la cabaña. La enfermedad se manifiesta con una severa inflamación de la bolsa escrotal y su contenido, con dolor, temperatura y fistulas con supuración purulenta. El animal está decaído y con reñuera de los miembros posteriores. La enfermedad se puede prevenir bajando el plano nutricional, básicamente en lo relacionado a proteínas. Ante la presencia de un brote, se recomienda cambiar la alimentación, aislar los animales afectados y tratar con antibióticos aquellos animales que no hayan desarrollado lesiones severas en los órganos reproductivos.

3.3. *Balanopostitis y vulvitis ulcerativa:* Esta enfermedad es de origen infeccioso, probablemente multifactorial, con varios agentes involucrados en la producción de la misma como son *Micoplasmas sp*, *Pasteurella multocida* y *Arcanobacterium pyogenes*.

Clínicamente los machos presentan congestión severa del pene y prepucio y lesiones ulcerosas en el glande, sangrantes al comienzo y purulentas después. En la hembra produce congestión de vulva y vagina y presencia de úlceras costrosas y sangrantes ubicadas principalmente en la piel de la zona vulvar. Afecta tanto a carneros como a retajos y se da principalmente en la estación reproductiva. Una vez declarado el brote, tratar con varias dosis de antibióticos de amplio espectro y larga duración.

4. Otras enfermedades infecciosas

4.1. *Ectima contagioso:* Es una infección causada por un virus *pox* que afecta las mucosas y que está muy difundida en Patagonia. Las lesiones consisten en úlceras y costras secas y sangrantes alrededor de la boca y narices. A veces también se pueden ver costras o lesiones a nivel del rodete coronario en manos y patas, en prepucio en machos y vulva en hembras. Su presentación es variable según el año. Los brotes llegan a afectar hasta el 80% del lote, sobre todo en borregos y borregas, produciendo pérdida de peso y retraso del crecimiento. En ovinos lecheros, produce una caída en la producción de leche. Heridas en la boca y morro por la ingesta de pastos duros o arbustos pinchudos, pueden facilitar el desencadenamiento de los brotes. La enfermedad se puede prevenir aplicando un plan de vacunación permanente a nivel de majada.

4.2. *Queratoconjuntivitis:* Es una infección altamente contagiosa, que afecta los ojos del animal, con lagrimeo inicial, enrojecimiento de la conjuntiva ocular y mucosa palpebral con posterior desarrollo de una queratitis, visible como un opacamiento o nube, que disminuye la visión del animal enfermo, hasta casos de ceguera total. Los animales afectados pierden condición corporal por las dificultades para moverse, buscar alimento y comer. En campos quebrados se produce la muerte de animales por caídas en barrancos, cárcavas, cursos de agua, etc. La enfermedad afecta a los ovinos, en forma de brotes con prevalencias altas, sobre todo en veranos secos. Hasta el presente no se conoce exactamente la etiología de la enfermedad en Argentina, pero estudios recientes realizados por el Grupo de Salud Animal del INTA Bariloche,

indicarían que se trata de una infección primaria por *Mycoplasmas sp.* con la acción secundaria de bacterias como *Moraxella ovis* y *Arcanobacterium pyogenes*. Se espera que a partir de la confirmación de estos hallazgos se pueda comenzar a trabajar en la elaboración de una vacuna efectiva para prevenir la enfermedad.

4.3. Dermatofilosis ovina: Producida por *Dermatophilus congolensis*. Es básicamente una afección de animales jóvenes que se visualiza en borregos/as a la primera esquila conocida también como “lana de palo” o “lana de piedra”. Mas raramente se producen brotes en adultos que pueden llegar a afectar el 30% de los animales. La presencia de la enfermedad dificulta la tarea de la esquila y produce pérdidas de vellón, ya que las zonas afectadas deben descartarse.

4.4. Lana sisal: es una enfermedad diagnosticada y descrita en los últimos años en ovinos Merino en la Patagonia, de causa desconocida aún y similar a una enfermedad descrita en Sudáfrica con el nombre de “Bolo Disease”. Clínicamente la enfermedad se caracteriza por manchas oscuras en el vellón, bien circunscriptas y que al abrirlas, muestran una cantidad de grasa o suarda muy aumentada y las fibras de lana aglutinadas. Esto dificulta el procesamiento industrial de la lana, por lo que son pagadas a menor precio, generando una pérdida importante en establecimientos con un porcentaje elevado de animales afectados. Hasta el momento, la única forma de mantener controlada la enfermedad es descartando los animales afectados, pero se esta trabajando en el esclarecimiento de su etiología con la finalidad de poder desarrollar una vacuna.

4.5. Linfadenitis caseosa: Es una enfermedad producida por *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Afecta a ovinos y caprinos, produciendo hipertrofia de los ganglios linfáticos del animal, los cuales muestran un contenido caseoso característico en el interior. Se han registrado prevalencias a nivel de majada de hasta un 70%. La puerta de entrada de la bacteria son las heridas de esquila, los baños antisépticos contaminados, heridas de descole y castración, heridas en mucosa bucal por ingestión de pastos duros, flechilla, etc. Últimamente esta enfermedad a cobrado mayor importancia al haberse determinado que es una zoonosis. En la actualidad el Grupo de Salud Animal del INTA Bariloche y el Laboratorio Biochemiq de la Argentina están trabajando en el desarrollo de una vacuna.

5. Enfermedades exóticas

Hasta el presente no se han diagnosticado enfermedades como la **Paratuberculosis o Enfermedad de Johnes** producida por *Mycobacterium paratuberculosis*; el **Scrapie**, encefalitis espongiiforme similar a la Enfermedad de la vaca loca en el bovino, producida por un prion; **Aborto enzoótico** producido por *Chlamydia*; **Enfermedad de la Frontera** (Border Disease) producida por un pestivirus, similar al Virus de la Diarrea Viral Bovina y al de la Peste Porcina Clásica, **Maedi/Visna** producida por un lentivirus, **Aborto** por *Brucella melitensis* y **Lengua Azul** producida por un Orbivirus.

Bibliografía de consulta

- Aitken ID. 2007. En Blackwell (Ed) Diseases of sheep. Oxford, UK, 610 p.
- Arrigo JL y Robles CA. 1982. Tétanos en corderos. Su diagnóstico en la zona de Paso Flores. Memorias Técnicas, INTA EEA Bariloche.
- Radostitis OM, Blood DC y Gay CC. 1994. En Bailliere Tindall (Ed) Veterinary Medicine. London, UK, 1763 p.
- Robles CA, Kerbage OK y Moreira AR. 2000. Hepatitis infecciosa necrosante en ovinos Merino de la Patagonia Argentina, parasitados con *Thysanosoma actinioides*. Archivos de Medicina Veterinaria (Chile) XXXII: 93-99.
- Robles CA, La Torraca A, Sancholuz M, Uzal FA y Evans E. 1993. Brucelosis ovina en majadas Merino de la provincia de Chubut, Argentina. Veterinaria Argentina 10: 458-461.
- Robles CA, Paramidani M y Armando SV. 2010. Balanopostitis y Vulvitis ulcerativa infecciosa en ovinos Merino de la Patagonia Argentina. Vet. Arg. XXVII (264): 1-8.
- Robles CA, Pueyo JM y Olaechea FV. 1984. Brote de Hepatitis infecciosa necrosante en ovinos libres de *Fasciola hepatica*. Revista de Medicina Veterinaria 65: 194-198.
- Robles CA, Urcullú JA, Uzal FA y Merlo R. 1990. Primer diagnóstico en Patagonia de Orquiepididimitis en carneros por *Bacilos pleomórficos Gram negativos*. Veterinaria Argentina VII: 453-455.
- Robles CA, Uzal FA, Olaechea FV y Low C. 1998. Epidemiological observations in a Corriedale flock affected by *Brucella ovis*. Veterinary Research Communications 22: 435-443.
- Robles CA. 1998. Enfermedades Clostridiales del Ganado. Ed. Carlos Robles, INTA Bariloche. 1ra edición, Bariloche, Argentina. ISBN 950-43-9347, 19 p.
- Robles CA. 1998. Epididimitis contagiosa de los carneros por *Brucella ovis* (1998). Revista de Medicina Veterinaria 79 (1): 67-71.

Conservación seminal e inseminación artificial en ovinos

Marcela Cueto y Alejandro Gibbons

Introducción

La posibilidad de preservar el semen ovino ha sido un tema prioritario de investigación desde que se consideró a la inseminación artificial (IA) como técnica de reproducción apropiada para difundir las características productivas de los reproductores de alto valor genético.

Los primeros intentos de IA necesariamente involucraban breves períodos de tiempo entre la recolección de semen y su deposición en hembras receptoras, ya que los espermatozoides sólo tienen una sobrevivencia limitada fuera del aparato reproductor.

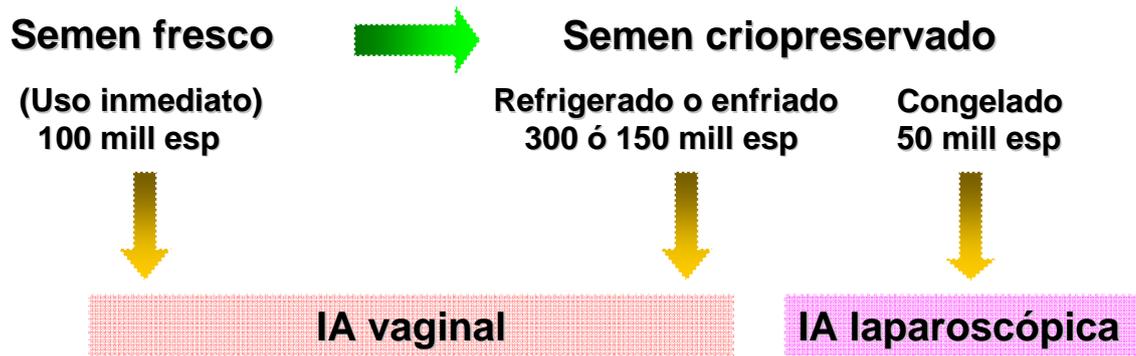
Sin embargo, los estudios de preservación seminal en condiciones artificiales, permitieron extender la vida fértil de los espermatozoides durante períodos prolongados, mediante métodos que incluían la reducción del metabolismo celular y/o el uso de crioprotectores (Salamon y Maxwell 2000).

La preservación del semen para la IA posibilita:

- La difusión del material seminal a nivel regional e internacional.
- Evita los movimientos de carneros entre establecimientos, disminuyendo el stress y el riesgo físico y sanitario de los reproductores (transporte, cambios de ambiente y de alimentación).
- Asimismo disminuye el riesgo sanitario de las majadas.

El semen puede preservarse por períodos cortos (semen refrigerado o enfriado) o largos (semen congelado). Se denomina semen refrigerado cuando su preservación se lleva a cabo a 5 °C; y enfriado, cuando se realiza a 15 °C. El semen congelado se conserva a -196 °C en termos de nitrógeno líquido.

A su vez, de acuerdo al tiempo y método de preservación de semen, será necesario implementar la IA vía cervical o laparoscópica y ajustar la dosis seminal según la vía de inseminación.



Los métodos de congelamiento de semen posibilitan su conservación por un período ilimitado de tiempo así como su transporte y comercialización a nivel nacional o internacional. Sin embargo, se debe considerar que el empleo del semen congelado y su implementación mediante la técnica laparoscópica está supeditado a las posibilidades técnicas y económicas de cada establecimiento.

En tanto que la utilización del semen refrigerado o enfriado puede atender a la alta demanda de material genético a nivel regional, presentando un bajo costo de aplicación, factibilidad de implementación a campo y practicidad en el manejo del semen.

Empleo del semen refrigerado y enfriado

Semen refrigerado

Es necesario proceder a la dilución del eyaculado, a fin de proporcionar al semen un medio apropiado para su conservación. Para ello es posible utilizar un diluyente en base a leche descremada en polvo al 10%, con adición de glucosa al 1% y antibióticos, recomendándose una relación semen: diluyente de 1:2.

Una vez obtenido el eyaculado, se mantiene en baño de agua a 36 °C, en tanto se realiza una observación de su calidad seminal y se procede a su dilución. Agregado el diluyente a 36 °C, se continua con el descenso de la temperatura mediante pasaje sucesivos en baños de agua a razón de 2 °C cada 3 minutos hasta alcanzar los 5 °C. De esta forma el semen puede conservarse por un período de hasta 12 h.

El volumen de la dosis de inseminación se calcula en forma aproximada, asegurándose una cantidad mínima de 300 millones de espermatozoides por dosis de inseminación. Por ej. Se obtuvo de un eyaculado de 1 ml, con una concentración de 3000 millones de espermatozoides/ml, al que se le agregan 2 ml de diluyente. De esta manera, disponemos de 3 ml de semen diluido (1 ml de eyaculado + 2 ml de diluyente), para inseminar 10 hembras, por lo que será necesario emplear un volumen de inseminación de 0.3 ml por oveja.

La fertilidad media obtenida con semen refrigerado, en ovejas Merino, mediante inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) vía cervical (52-56 h post finalización del tratamiento progestacional con esponjas intravaginales y 200 UI de PMSG), es de alrededor del 40%.

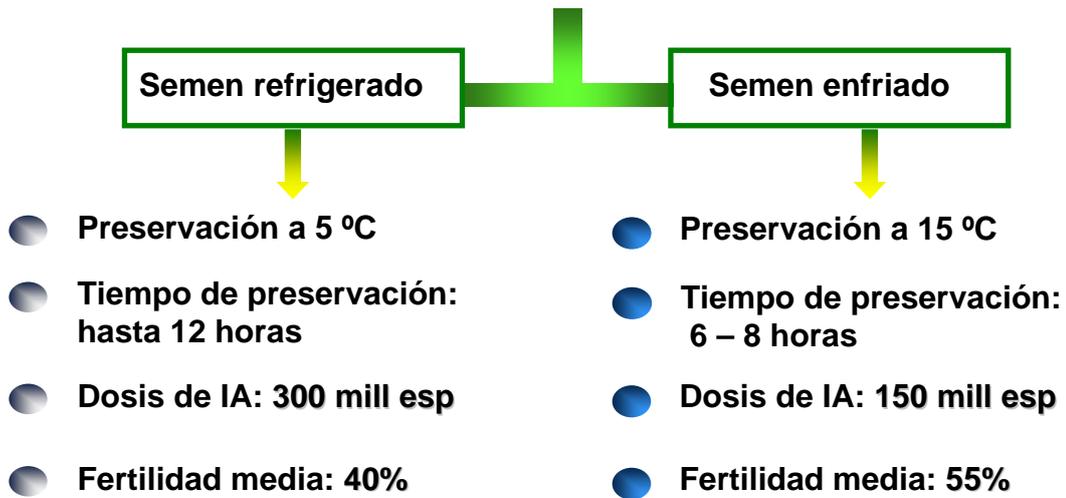
Semen enfriado

Puede utilizarse un diluyente en base a leche descremada al 10%, no siendo necesaria la adición de glucosa.

Se puede utilizar una relación semen: diluyente de 1:2, siendo necesario dosificar 150 millones de espermatozoides/oveja (Volumen de inseminación aproximado para un eyaculado de 1 cc con 3000 millones de espermatozoides: 0.15 cc). Una vez enfriado el semen, a razón de 2 °C cada 3 minutos, el tiempo de conservación es de 6-8 h.

La fertilidad media alcanzada con semen enfriado, en ovejas Merino, mediante la IATF vía cervical (52-56 h post finalización del tratamiento progestacional), es de aproximadamente un 55%.

Períodos cortos (semen refrigerado o enfriado)



Empleo del semen congelado

En el ovino, el uso de esta técnica es de aplicación reciente, debido a que tanto la dificultad que presenta el cuello uterino de la oveja para ser transpuesto por la vaina de inseminación (vía vaginal), así como la reducción de la viabilidad espermática producida por el proceso de congelamiento y descongelamiento, impedían obtener tasas de preñez semejantes a otras especies.

En la actualidad, el empleo de la técnica de inseminación intrauterina por laparoscopia, que deposita el semen descongelado directamente en la luz de los cuernos uterinos, permite obtener porcentajes de preñez superiores al 50%. A su vez, mediante esta técnica, es posible reducir considerablemente la dosis de inseminación, empleándose 40-50 millones de espermatozoides por hembra.

La IA con semen congelado es una técnica reproductiva práctica y eficiente que puede ser utilizada para evaluar carneros en centrales de prueba, sin necesidad de transportarlos y aún cuando estos no son contemporáneos. A nivel internacional, el transporte de semen evita el costoso traslado de los reproductores y se disminuye el riesgo físico y sanitario. Por último, es de destacar la posibilidad que brinda esta técnica de conservar la variabilidad genética de la especie sujeta a un continuo proceso de mejoramiento de sus características productivas.

La implementación de esta técnica en forma sistemática (IATF) a las 60±2 h de finalizado el tratamiento hormonal con progestágenos y PMSG, permite alcanzar valores promedios de preñez del 50% (Maxwell *et al.* 1984, Salamon y Maxwell 1995, Gibbons *et al.* 1998). Mediante la detección de estros e inseminación posterior (12 h después de su detección), se obtienen porcentajes de preñez de alrededor del

65% (Cueto y Gibbons 2005). El volumen de la dosis de inseminación en pajuelas o pastillas es de 0.25 y 0.2 ml, respectivamente.

Evaluación seminal

La evaluación de la calidad seminal al descongelamiento es de suma importancia. Normalmente se evalúan 2 ó 3 dosis por partida y es necesario hacer varias observaciones de la misma pajueta o pastilla.

Inmediatamente después del descongelamiento, se realiza una observación microscópica de la motilidad masal, colocando una muestra seminal en portaobjetos templado sobre platina térmica. La motilidad masal es una observación subjetiva de la velocidad con que se hacen y deshacen las ondas seminales y estima el vigor del semen (Al descongelamiento: 0, mínimo; 3, máximo).

A continuación se realizan las observaciones de motilidad individual progresiva y porcentaje de espermatozoides vivos, colocando una gota de semen entre porta y cubreobjeto templados. La motilidad individual progresiva es un valor subjetivo de la velocidad de desplazamiento hacia adelante de los espermatozoides vivos (0, mínimo; 5, máximo) (Evans y Maxwell 1987).

Para aceptar una partida, el semen debe poseer:

- a) motilidad masal al descongelamiento,
- b) un porcentaje de espermatozoides vivos igual o superior al 30% y
- c) motilidad individual progresiva igual o superior a 2.5.

Es frecuente observar una alta variabilidad en la calidad seminal post descongelamiento de las partidas seminales. Un estudio de 71 partidas de semen congelado de carneros Merino, pertenecientes a 20 cabañas argentinas y australianas, presentó los siguientes rangos de calidad seminal al descongelamiento: motilidad individual progresiva: 2-5, porcentaje de espermatozoides vivos: 15-75% y número de espermatozoides totales por dosis de inseminación: 60-260 millones (Gibbons y Cueto 2004). Los factores de mayor incidencia que determinarían esta variación en la calidad seminal están relacionados con las características intrínsecas de cada individuo, el proceso de congelamiento seminal y el estado nutricional de los carneros.

A su vez, la eficiencia reproductiva de la IA según las distintas calidades seminales manifestó una variación del 21 al 75%. Esta variable no presentó correlación con los valores de calidad seminal post descongelamiento. Esto se debería a que los análisis seminales desarrollados hasta la actualidad para evaluar la capacidad fecundante del semen post-descongelamiento mediante la inseminación laparoscópica, no permiten estimar con exactitud la eficiencia reproductiva de una partida de semen congelado. Sin embargo, en un estudio de calidad seminal realizado sobre 548 muestras de semen (una por dosis de inseminación), se observó una relación directa entre la

calidad seminal, evaluada como motilidad masal promedio al descongelamiento para cada partida, y el porcentaje de preñez de cada carnero (Tabla 1).

Tabla 1. Motilidad masal al descongelamiento y tasa de preñez en 8 partidas seminales de carneros Merino. Prueba de progenie, Pilcaniyeu 2001.

Código de Semen	Motilidad masal*	Desvío estándar	Preñez %
Al91	1.8	0.4	53
Ha53	3.0	0.2	62
Le22	0.3	0.5	45
Lo33	3.0	0.0	72
Ma63	2.0	0.6	56
Me24	2.9	0.3	67
Tec2	1.3	0.8	41
TG42	2.5	0.4	60

* Al descongelamiento (Máximo: 3; mínimo, 0)

Métodos de sincronización de estros

Los métodos de sincronización de estros constituyen una herramienta de gran utilidad en los programas de IA, ya que facilitan el manejo de los animales al evitarse el encierre diario para la detección de los celos naturales (Figura 1).



Figura 1. Encierre de la majada para la incorporación de los retajos previo a la detección de estros.

Es importante destacar que a mayor concentración de los estros y los servicios, más concentrada se presentará la parición, debiéndose considerar fundamentalmente los riesgos de mortalidad perinatal ante inclemencias climáticas primaverales.

Haremos referencia a los 2 más utilizados:

- a) Las prostaglandinas sintéticas
- b) Las esponjas intravaginales con progestágenos

a) Prostaglandinas sintéticas

Simulan la acción de la prostaglandina F2 alfa, agente luteolítico liberado por el útero, acortando la vida del cuerpo lúteo. Por este motivo, sólo pueden utilizarse durante la estación reproductiva. En caso de hembras preñadas, se presentarán abortos hasta los 50 días de gestación.

Las prostaglandinas inducen la regresión luteal entre los días 4 y 14 del ciclo estral ovino (Evans y Maxwell 1987, Pope y Cardenas 2004). Las ovejas que se encuentren entre los días 15 y 17 del ciclo, experimentarán luteólisis en forma natural y entrarán en celo dentro del mismo intervalo (entre las 48 y 84 h de aplicada la inyección) (Baldassarre 1995). En tanto que las que se encuentren entre los días 0 y 4 son refractarias a la prostaglandina y se alzarán recién 13-17 días más tarde.

Diferentes productos en el mercado presentan diferentes dosis de aplicación:

- Cloprostenol 250 µg/ml	125 µg/animal
- D Cloprostenol 75 µg/ml	37.5 µg/animal
- Delprostenate 25 µg/ml (formulación ovino)	1 µg/kg peso
- Delprostenate 400 µg/ml (formulación bovino)	1 µg/kg peso

La sincronización de estros puede llevarse a cabo mediante la aplicación de una o dos dosis de prostaglandinas.

- Dosis única de prostaglandinas

Debido a la menor fertilidad de los estros inducidos mediante una sola aplicación de prostaglandinas, es preferible inseminar sobre el segundo celo post-sincronización (celo natural o celo retorno), comenzándose con la detección de estros a partir del día 15 post-aplicación de prostaglandinas y durante un período de 5 días.

Su administración en una sola aplicación permite alcanzar una concentración de celos del 65-75%, entre los días 16 al 20 (Figura 2).

Dado que los estros se presentan dispersos en un período de 5-7 días, la IA se realiza con previa detección de celos.

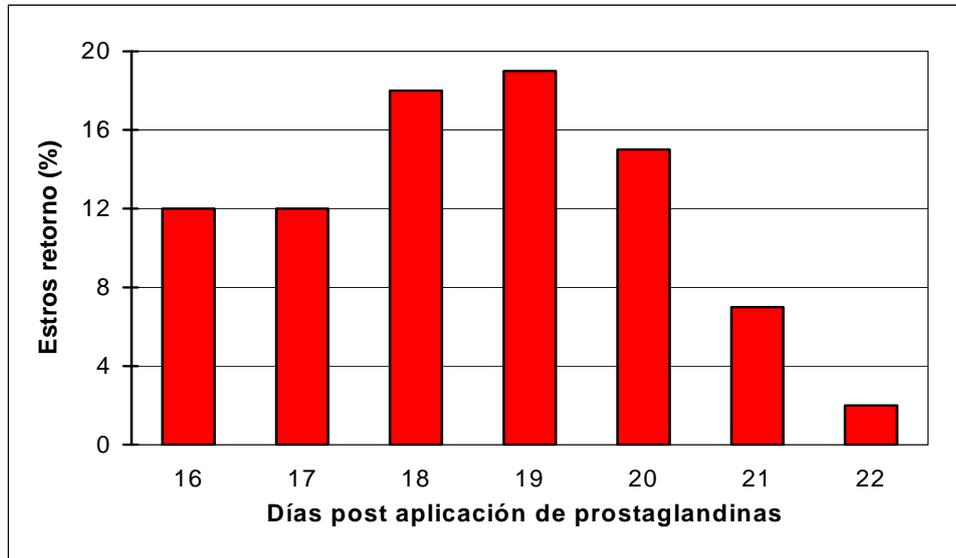
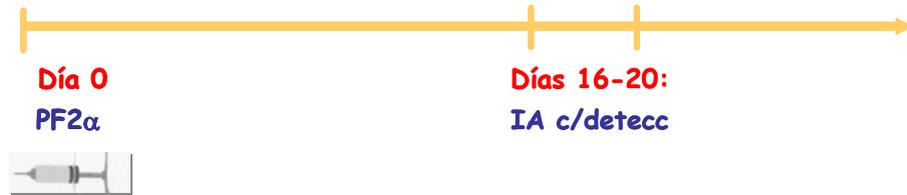


Figura 2. Distribución de los estros retorno en ovejas Merino tratadas con una dosis de prostaglandinas.

En nuestra experiencia, 50 µg/oveja de Delprostenate en una sola inyección intramuscular, concentran un 70% de los celos en ovejas Merino adultas. Este porcentaje puede variar entre el 50 y 70% según el estado corporal de la hacienda.

- Doble dosis de prostaglandinas

La aplicación de dos dosis de prostaglandinas, distanciadas entre sí 14 días, permite alcanzar una concentración aproximada de estros del 90%, distribuidos entre las 24 y 72 h post última aplicación de prostaglandinas (Figura 3).

Mediante este tratamiento hormonal es posible realizar la inseminación sobre los celos inducidos hormonalmente. Al mismo tiempo, debido a que se presenta una alta concentración de estros en un corto período, es posible realizar una IATF.

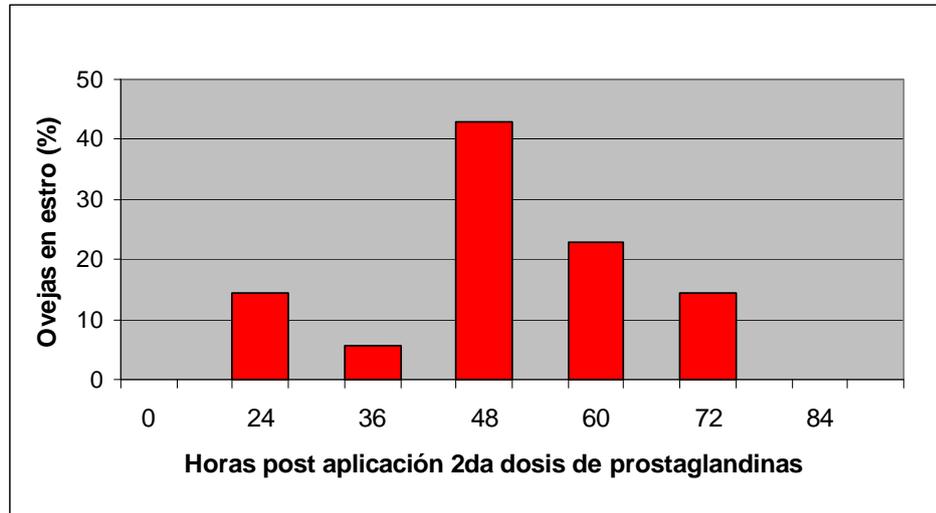
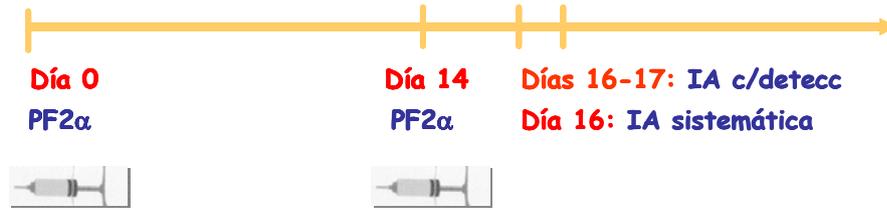


Figura 3. Distribución de los estros en ovejas Merino tratadas con dos dosis de prostaglandinas.

En la raza Merino, hemos obtenido una concentración de estros del 91% mediante la aplicación de dos dosis de prostaglandinas de 125 µg/oveja cada una (Cloprostenol), distanciadas entre sí 14 días.

El costo de la dosis de prostaglandinas varía entre 1 o 2\$, siendo en general más económico el Delprostenate que el Cloprostenol.

b) Esponjas intravaginales con progestágenos

Simulan la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona. Se colocan en la vagina por 12-14 días, período de tiempo que iguala o excede el tiempo de vida media del cuerpo lúteo.

Este método concentra los estros fuera de la estación reproductiva, permitiendo la producción de corderos en contra-estación.

Durante la *estación reproductiva*, la aplicación de PMSG (Gonadotrofina de Suero de Yegua Preñada) o eCG (Gonadotrofina Coriónica equina) al finalizar el

tratamiento con progestágenos, favorece la ovulación sincronizada (Maxwell 1986) y permite realizar una IATF.

Durante el *anestro estacional*, el empleo de las gonadotrofinas induce la presentación de los estros y las ovulaciones, siendo necesaria su aplicación.

Las dosis utilizadas de PMSG varían entre 200 y 400 UI, dependiendo fundamentalmente del peso corporal, de la raza y de la época del año, aconsejándose probar en principio las dosis menores. Dosis elevadas de PMSG ocasionan ovulaciones y gestaciones múltiples, pudiendo generar pérdidas de animales por toxemia de la preñez y mortalidad perinatal. Asimismo, los mayores niveles hormonales de PMSG producirían una alteración en la maduración del ovocito (Murray *et al.* 1994), que reduciría los porcentajes de preñez. Nosotros hemos obtenido tasas de fertilidad del 51 y 37% al realizar la IA con semen congelado luego de un tratamiento hormonal con progestágenos y con 200 o 300 UI de PMSG, respectivamente (Gibbons y Cueto 2004).

No se recomienda utilizar esponjas en las borregas de primer servicio ya que, debido a la necesidad de romper el himen durante su colocación, un gran número de animales presentará los laterales de la esponja adheridos a las paredes internas de la vagina al momento de su retiro. Una posibilidad sería romper el himen con el aplicador de esponjas y colocar las esponjas una semana después.

En la raza Merino, en estación reproductiva, hemos utilizado 200 UI de PMSG al retiro de las esponjas. Entre las 36 y 72 h post-retiro de las esponjas y aplicación de PMSG, se presenta un 85-95% de las ovejas en celo, alcanzándose la mayor concentración de estros entre las 48 y 60 h (Figura 4). La mayoría de las ovejas presenta la ovulación alrededor de las 60 h post-retiro de las esponjas (Walker *et al.* 1989).

Cuando los tratamientos de sincronización de estros se realizan en contraestación reproductiva, es recomendable incrementar la dosis de PMSG (250-400 UI), según el sistema de producción (Herve *et al.* 1997, Catalano *et al.* 1997). Durante el período de anestro, en ovejas lecheras en la provincia de Buenos Aires, Catalano *et al.* (1997, 2002) registraron entre un 60-100% de ovejas en celo durante un período de 3 días.

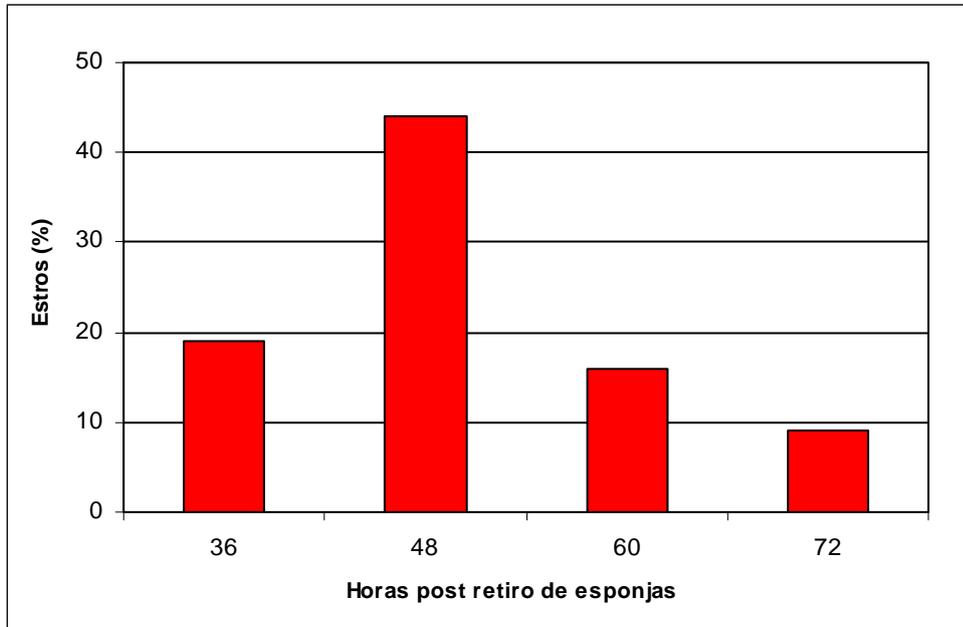
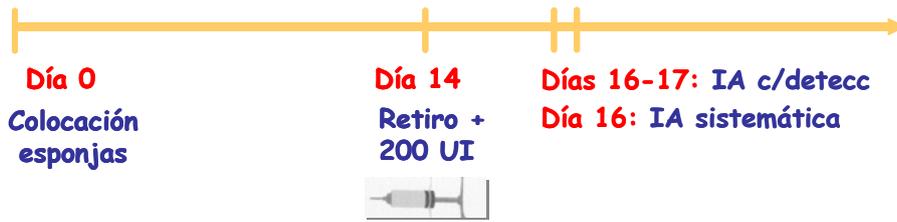


Figura 4. Distribución de los estros en ovejas Merino tratadas con esponjas intravaginales con progestógenos y 200 UI de PMSG.

Asimismo un 85-90% de las ovejas manifiesta celo retorno entre los días 18 y 21 luego de un tratamiento combinado de esponja intravaginal + 100 UI de PMSG al finalizar el tratamiento progestacional (Figura 5). Debido a la mayor dispersión de celos observada con este tratamiento, es necesario proceder a la detección de estros previo a la IA.

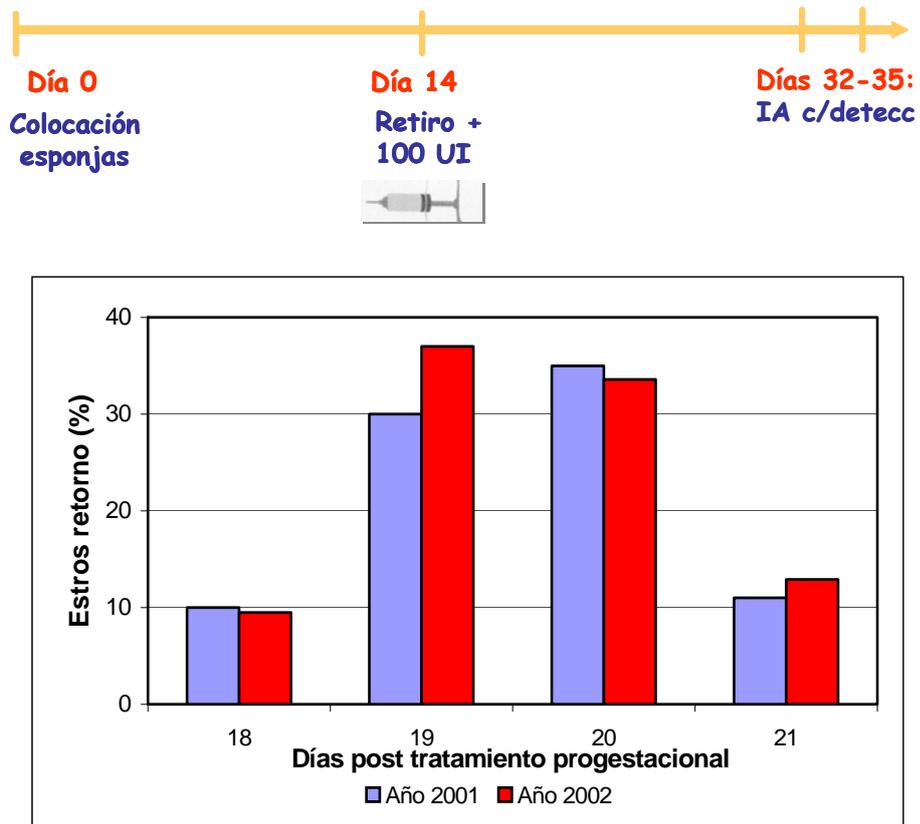


Figura 5. Distribución de los estros retorno en ovejas Merino tratadas con esponjas intravaginales con progestógenos y 100 UI de PMSG.

El costo de sincronización de estros mediante el empleo de esponjas y PMSG es de 4\$ por oveja.

A continuación se presentan valores de eficiencia reproductiva de referencia para distintas alternativas de sincronización de estros e IA (Tabla 2).

Tabla 2. Eficiencia de la inseminación vía cervical con semen fresco y laparoscópica con semen congelado según distintos protocolos de sincronización de estros e inseminación artificial en ovejas Merino.

Sincronización de estros	Tipo de estro	Mom de IA	Estro (%)	Tiempo trabajo	Preñez (%)	IA vía cervical		IA laparoscópica	
						Preñez (%)	Ef. global (%) ¹	Preñez (%)	Ef. global (%) ¹
PF2 α	Retorno	c/detecc estro	71	6 días	81	58	--	--	--
PF2 α x 2	Sincroniz	c/detecc estro	91	1.5 días	71	65	--	--	--
PF2 α x 2	Sincroniz	IATF*	--	0.5 días	70	70	--	--	--
Esponja+200 UI	Sincroniz	c/detecc estro	86	1.5 días	73	63	67	58	58
Esponja+200 UI	Sincroniz	IATF**	--	0.5 días	65	65	51	51	51
Esponja+100 UI	Retorno	c/detecc estro	88	4 días	--	--	65	57	57

¹Eficiencia global: Número de ovejas preñadas / número de ovejas sincronizadas hormonalmente x 100.

* Semen fresco: 52-56 h post retiro de las esponjas.

** Semen fresco, refrigerado y enfriado: 52-56 h post retiro de las esponjas; semen congelado: 58-62 h post retiro de las esponjas.

Al analizar estos valores, es importante considerar que la fertilidad media de la majada mediante servicio natural en un solo ciclo estral es cercana al 80% (Fernández Abella 2003). Sólo al extenderse el servicio a un período de 34 días o mayor es que se obtiene una fertilidad del 90 al 95%.

En el caso de la IA vía cervical con semen fresco, si analizamos las tasas de preñez según los distintos tratamientos de sincronización de estros e IA, se observa que el valor más alto corresponde a la inseminación realizada sobre el celo retorno.

Sin embargo, al considerar la *eficiencia global* (número de ovejas preñadas / número de ovejas sincronizadas hormonalmente x 100), observamos que el valor más bajo fue alcanzado por este mismo tratamiento, ya que con este método se presenta una relativamente baja concentración de estros. Por lo cual, empleando un método que combinase una elevada sincronización de celos así como una buena fertilidad a la inseminación, se podría mejorar la tasa de preñez. Tal sería el caso de utilizar/inseminar sobre los celos retorno de la doble dosis de prostaglandinas o las esponjas intravaginales.

Cabe destacar que mediante la IATF vía cervical, ya sea aplicada sobre celos sincronizados con esponjas intravaginales o mediante la doble dosis de progstaglandinas, se alcanza una eficiencia global aceptable, lo que permite emplear

esta técnica, evitando la detección diaria de estros y reduciendo el tiempo de trabajo y de encierre de la majada.

Al considerar la **IA laparoscópica** con semen congelado, se observa que la fertilidad alcanzada luego de la detección de estros fue mayor en comparación a la obtenida mediante la IATF, lo que indicaría la importancia del momento de deposición del semen congelado en relación al momento de ocurrencia de la ovulación. Esta diferencia respecto a la inseminación con semen fresco, podría deberse a la reducida viabilidad del semen congelado, que comienza a declinar a partir de las 6 a 12 h post inseminación (Walker *et al.* 1989b).

En tanto que no se observaron diferencias en la fertilidad de los celos naturales vs los celos sincronizados, sugiriéndose que la afección del transporte espermático debido al tratamiento hormonal no afectaría la tasa de preñez, probablemente debido a la deposición intrauterina de la dosis seminal.

Si bien la *eficiencia global* alcanzada mediante la IATF (51%) es similar a la observada en la IA post detección de celos (57-58%), se deberá tener en cuenta que en la inseminación a tiempo fijo se estará utilizando un mayor número de dosis seminales de alto costo (100 vs. 65-67 dosis).

Resumiendo, podríamos decir que las tasas de preñez obtenidas con el empleo del semen fresco, se ven mayormente afectadas por las “características” del celo, es decir si éste es el primer celo post tratamiento (inducido hormonalmente) o el segundo (retorno o natural). En tanto que las tasas de preñez alcanzadas mediante el uso del semen congelado, se ven afectadas por el momento de deposición del semen en relación al momento de ovulación (IATF o IA post detección de estros). Cabe preguntarse entonces cuál de estas dos variables (características del celo o el momento de IA en relación a la ovulación) incidirá en mayor medida en la fertilidad obtenida con el uso de los sémenes refrigerado y enfriado (40 y 55%, respectivamente en la IATF vía cervical post tratamiento con progestágenos y PMSG). Ya que si ésta estuviese afectada por el momento de deposición del semen, se podría aumentar mediante el empleo de un protocolo con detección de estros.

En conclusión, sólo mediante la adecuación de los protocolos de sincronización de estros e inseminación artificial a los diferentes sistemas de producción, se posibilita el empleo eficiente de las técnicas reproductivas, alcanzando tasas de preñez del 50 al 65% en la IA con semen congelado, y del 65 al 80%, con semen fresco.

Referencias

- Baldassarre H. 1995. Sincronización de estros en ovinos. En Memorias de las Jornadas de Biotecnología de la reproducción en hembras de interés zootécnico. Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Buenos Aires. 15-16 de junio.

- Catalano R, González C, Callejas S y Cabodevila J. 1997. Inducción de celos en ovejas lecheras. 1. Comparación de dos dispositivos intravaginales. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17 (Sup. 1): 227-228.
- Catalano R, González C, Teruel M, Cabodevila J y Callejas S. 2002. Efecto del estado corporal y la dosis de eCG sobre la respuesta reproductiva de ovejas lecheras tratadas con acetato de medroxiprogesterona. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22 (Sup. 1): 282-283.
- Cueto M y Gibbons A. 2005. Evaluación de la inseminación artificial en ovinos. En Mueller J y Cueto M (Eds) VII Curso de actualización en producción ovina. EEA Bariloche, 244 p.
- Evans G y Maxwell WCM. 1987. Salamon's artificial insemination of sheep and goats. Sydney, Butterworths, 185 p.
- Fernández Abella D. 2003. Manual de inseminación artificial por vía cervical en ovinos. Secretariado Uruguayo de la Lana, 71 p.
- Gibbons A, Cueto M, Garramuño J y Bidinost F. 1998. Eficiencia de la inseminación artificial con semen congelado en ovinos. I Simposio Internacional. Tecnologías Aplicadas en Reproducción Animal. Argentina, Buenos Aires, 134-137.
- Gibbons A y Cueto M. 2004. Transferencia de embriones en ovinos. *IDIA XXI*: 79-82.
- Herve M, Ihl R y Toirkens M. 1997. Reproducción extemporánea inducida en borregas de la raza Austral. *Arch. Med. Vet.* XXIX 1: 69-75.
- Maxwell WCM. 1986. Artificial insemination of ewes with frozen-thawed semen at synchronised Oestrus. 1. Effect of time of onset of oestrus, ovulation and insemination on fertility. *Anim. Reprod. Sci.* 10: 301-308.
- Maxwell WCM, Butler L y Wilson H. 1984. Intra-uterine insemination of ewes with frozen semen. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 102: 233-235.
- Murray J, Downing J, Scaramuzzi R y Evans G. 1994. Heterogeneity in ovarian steroid secretion response to treatment with PMSG in ewes during the breeding season and anestrus. *Theriogenology* 42: 1337-1347.
- Pope W y Cárdenas H. 2004. Sensitivity of sheep to exogenous prostaglandin F2 early in the estrous cycle. *Small Ruminant Research* 55: 245-248.
- Salamon S y Maxwell WCM. 1995. Frozen storage of ram semen. II. Causes of low fertility after cervical insemination and methods of improvement. *Review. Anim. Reprod. Sci.* 38: 1-36.
- Salamon S y Maxwell WCM. 2000. Storage of ram semen. *Anim. Reprod. Sci.* 62: 77-111.
- Walker S, Smith D, Godfrey B y Seamark R. 1989a. Time of ovulation in the South Australian Merino ewe following synchronization of estrus. 1. Variation within and between flocks. *Theriogenology* 31: 545-553.

- Walker S, Smith D, Frensham A, Ashman R y Seamark R. 1989b. The use of synthetic gonadotropin releasing hormone (GnRH) in the collection of embryos of sheep. *Theriogenology* 31: 741-752.

Información adicional

- Cueto M, García Vinent J, Gibbons A, Wolff M y Arrigo J. 1993. Obtención, procesamiento y conservación del semen ovino. INTA EEA Bariloche Comunicación técnica PA 200.
- Cueto M y Gibbons A. 1995. Manual de inseminación artificial en la especie ovina. INTA EEA Bariloche Comunicación técnica PA 281.
- Fernández Abella D. 1993. Principios de fisiología reproductiva ovina. Universidad de la República, Uruguay. Hemisferio Sur (Ed), 247 p.
- Gordon I. 1997. Artificial control of estrus and ovulation. En *Reproduction in sheep and goat*. CABI Publishing, p 86-115.
- Gordon I. 1997. Fixed-timed artificial insemination. En *Reproduction in sheep and goat*. CABI Publishing, p 116-145.
- Salamon S y Maxwell WCM. 1995. Frozen storage of ram semen. I. Processing, freezing, thawing and fertility after cervical insemination. *Review. Anim. Reprod. Sci.* 37: 185-249.

Transferencia y vitrificación de embriones

Alejandro Gibbons y Marcela Cueto

Introducción

La transferencia de embriones (TE) es un método de reproducción asistida basado en la producción de múltiples embriones, por una hembra donante (madre genética superior) y transferidos en varias hembras receptoras (madres portadoras gestantes).

Los tratamientos hormonales para lograr una ovulación múltiple y la TE permiten utilizar intensivamente a las hembras genéticamente superiores. En los últimos 25 años se han logrado considerables avances en la TE, como herramienta del mejoramiento genético, siendo necesario maximizar la producción y sobrevivencia de embriones para obtener varias crías de alto mérito genético. Cabe consignar que una hembra de alto valor genético podrá formar parte de un programa de transferencia en más de una oportunidad, de manera que es posible multiplicar su potencial reproductivo, al utilizarse ovejas de escaso valor genético como receptoras de embriones genéticamente superiores (Mueller 1993).

El potencial natural reproductivo de cada especie y de cada raza es una limitante a la rapidez de difusión del progreso genético. En las condiciones tradicionales de cría ovina, el número de descendientes producidos por hembra y por año es de una o dos crías, por lo tanto durante su vida reproductiva se pueden obtener entre 6 a 8 crías. La TE permite incrementar el potencial reproductivo de las hembras de alto valor genético mediante un mayor aprovechamiento de la gran reserva de ovocitos que se encuentran en el ovario. La estimulación hormonal de los ovarios desencadena la ovulación múltiple y permite multiplicar la tasa ovulatoria promedio de una raza, obteniéndose mediante la TE, un número considerable de crías en un corto período de tiempo.

La TE posibilita acortar el intervalo generacional y en consecuencia incrementar el avance genético. A su vez, la inseminación artificial y la TE en conjunto son excelentes herramientas para el mejoramiento genético de majadas y hatos que se encuentren aislados de los proveedores de reproductores mejoradores. La comercialización internacional de embriones congelados de ovinos ha permitido una amplia difusión mundial de germoplasma con un muy bajo riesgo sanitario, posibilitando mejorar rápidamente el nivel genético de las diversas razas o establecer nuevos sistemas alternativos de producción, así como permitir la conservación de la diversidad genética.

La aplicación de esta técnica en los animales domésticos tiene fundamentos de orden genético, comercial, sanitario y para la conservación de especies.

Permite lograr los siguientes objetivos:

- *Introducir y difundir rápidamente nuevas razas o genotipos de alto valor productivo. Las características deseables son rápidamente introducidas en la majada o hato en una sola generación. Un ejemplo se presenta con la característica genética del “gen prolífico Booroola” que en la raza Merino ha dado a sus portadores un valor adicional que podría ser rápidamente multiplicado por la TE.*
- *Reducir riesgos en la transmisión de enfermedades, debido a que en los primeros estadios de su desarrollo, los embriones presentan una protección natural contra los agentes infecciosos. Esta ventaja comparativa ha favorecido el comercio internacional de embriones congelados.*
- *Difundir material genético de alto valor comercial con facilidad de adaptación ambiental de las crías a diferentes sistemas de producción y manejo.*
- *Aumentar el progreso genético en la producción, a través del incremento en la intensidad de selección de las madres destinadas a la producción de machos superiores, al disponer de un mayor número de crías por hembra seleccionada.*
- *Acortar el intervalo generacional. La posibilidad de obtener descendencia de las madres a temprana edad permite una reducción del intervalo generacional, con mayor beneficio cuando se emplea semen de animales jóvenes.*
- *Apoyar las técnicas reproductivas en las que interviene la micromanipulación de embriones (determinación del sexo, fecundación “in vitro”, clonación, transgénesis, etc.).*
- *Conservar razas o especies. La conservación de material genético (embriones congelados) en bancos de germoplasma permite la conservación de la biodiversidad de genes que de otra manera desaparecerían con la especies.*

Principios y consideraciones generales sobre la transferencia de embriones

La elección de las hembras donantes se realizará teniendo en cuenta su valor genético y en base a los criterios apropiados de mejoramiento de las aptitudes productivas para cada raza.

Las condiciones generales de un buen estado reproductivo, sanitario y nutricional son imprescindibles, tanto para las hembras donantes como para las receptoras. Se debe realizar el control clínico de los animales, los análisis serológicos de posibles enfermedades infecto contagiosas y los controles parasitarios correspondientes.

Las hembras deben al menos haber tenido una cría, y se debe considerar un mínimo de 2 meses post parto antes de comenzar los tratamientos hormonales. Acortar estos tiempos puede significar una disminución en la producción de embriones.

La necesidad de utilizar hembras jóvenes como donantes puede llevar a una baja eficiencia reproductiva. En el supuesto caso de tratar una hembra nulípara, el peso mínimo deberá ser del 75% del peso adulto de la raza y haber presentado estros anteriormente.

Se recomienda no usar borregas como madres receptoras. Lo indicado son las hembras adultas, que puedan llevar a cabo la gestación sin comprometer su crecimiento y contribuir al desarrollo de la cría por medio de una buena lactancia.

La TE requiere de una serie de manipulaciones de las donantes y receptoras. En el caso de recurrir a instalaciones extrañas, es preferible que los animales tengan un período de adaptación previo, de uno a dos meses, antes de comenzar los tratamientos. La identificación con caravanas con números visibles a la distancia, permite realizar los manejos necesarios sin cometer equivocaciones y sin provocar stress, que puede perjudicar los resultados. También se debe considerar los aspectos sanitarios, nutricionales y reproductivos de los machos y la calidad seminal ya sea que se utilicen en servicio natural o mediante la inseminación artificial con semen fresco, refrigerado o congelado.

Previo a la realización de un programa de TE, se deberán considerar los siguientes puntos que a continuación se presentan descriptos en forma resumida:

Estimulación ovárica para la ovulación múltiple

Los tratamientos hormonales específicos en la TE se utilizan para la inducción del estro y la ovulación múltiple (hembras donantes) o la ovulación simple (hembras receptoras) y la sincronización del estro entre ambas.

El “tratamiento tradicional” en ovinos combina dosis decrecientes de FSH con una aplicación única de eCG hacia el final del tratamiento progestacional. Consiste en la colocación de esponjas intravaginales con progestágenos (60 mg de acetato de medroxiprogesterona, MAP) durante 14 días y la administración de 200 mg de NIH-FSH-P1 (Folltropin-V) por oveja tratada, suministrados en 6 aplicaciones cada 12 horas en forma decreciente de la siguiente manera: 50, 50, 30, 30, 20 y 20 mg de FSH a partir del día 12 post colocación de esponja intravaginal. La quinta aplicación se realiza en coincidencia con el retiro de la esponja intravaginal y administración de 200 UI de eCG.

Sin embargo, en la raza Merino y durante la estación reproductiva, el Grupo de Reproducción del INTA Bariloche ha comprobado que es posible reducir la dosis total por oveja donante a 80 mg de NIH-FSH-P1, distribuidos en 6 aplicaciones cada 12 horas de 18, 18, 14, 14, 8 y 8 mg, a partir del día 12 post colocación de esponja

intravaginal. La quinta aplicación se realiza en coincidencia con el retiro de la esponja intravaginal y administración de 200 UI de eCG. De esta manera, si bien mediante el tratamiento de baja dosis se observó una menor tasa de ovulación ($P < 0.1$), el número de embriones y la calidad embrionaria fue semejante, debido a la obtención de una mayor tasa de recuperación embrionaria y una mayor tasa de fertilización ($P < 0.1$) (Tabla 1). También es posible obtener mediante este tratamiento, más del 80% de las ovejas donantes en celo a las 36 horas de retiradas las esponjas intravaginales. La reducción del alto costo de la FSH a casi un tercio brinda una ventaja económica para su utilización en los programas comerciales de TE.

Cabe consignar que siempre será necesario determinar una dosis recomendable según la eficiencia del tratamiento de ovulación múltiple y ajustarla en base a la raza, época del año, sistema de producción, etc.

Tabla 1. Eficiencia de la recuperación embrionaria mediante 80 mg (Baja dosis) o 200 mg (Dosis alta) de FSH (Folltropin-V) + 200 UI de eCG (Novormon 5000) en ovejas Merino durante la estación reproductiva.

	Baja dosis	Dosis alta
Animales (n)	43	11
Tasa de ovulación (\bar{x})	13.0±0.9 a	17.5±1.8 b
Estructuras ováricas recuperadas* (\bar{x})	7.4±0.7 a	10.0±1.4 a
Tasa de estructuras ováricas recuperadas (%)	59.6±3.6 a	56.3±7.1 a
Embriones recuperados (\bar{x})	5.9±0.6 a	6.4±1.2 a
Tasa de embriones recuperados (%)	50.0±4.0 a	38.6±7.9 b
Embriones recuperados Grados 1 y 2 (\bar{x})	5.0±0.6 a	5.5±1.2 a
Tasa de embriones recuperados Grado 1 y 2 (%)	85.0±3.8 a	82.6±7.2 a
Ovocitos no fertilizados (\bar{x})	1.0±0.5 a	2.6±1.0 a
Tasa de no fertilización (%)	9.7±4.3 a	25.1±8.4 b
Tasa de respuesta (≤ 3 CL) (%)	98.0 a	100.0 a

a, b indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.1$).

* Embriones + ovocitos + zonas pelúcidas.

La respuesta ovulatoria a los tratamientos reiterados de ovulación múltiple, está supeditada al origen de la FSH. Baril *et al.* (1992) demostraron una menor respuesta al utilizar FSH porcina respecto a la FSH caprina u ovina.

Factores que intervienen en la respuesta a la ovulación múltiple

La variabilidad individual a la respuesta hormonal de ovulación múltiple está condicionada por factores intrínsecos o individuales o factores extrínsecos (raza, estación sexual, alimentación).

El *factor intrínseco* de cada animal juega un rol primario en la respuesta al tratamiento de ovulación múltiple. Estudios realizados en vacunos demostraron que

solamente el 68% de las hembras respondió con embriones transferibles. El 32% restante incluía a las hembras sin respuesta a la estimulación ovárica, sin recuperación de embriones u ovocitos, o con recuperación de embriones no transferibles (Donaldson 1984). Por consiguiente siempre se debe tener presente que un porcentaje de hembras puede no responder al tratamiento hormonal de ovulación múltiple.

La *raza* es otro factor importante de variación, presentándose en las razas más prolíficas una mayor respuesta a la ovulación múltiple, embriones transferibles y crías nacidas (Torres *et al.* 1984).

La *estación sexual* también influye sobre el número medio de ovulaciones por hembra ovina, siendo superior en la estación reproductiva respecto al período de anestro (Torres *et al.* 1984). En la raza Merino el Grupo de Reproducción del INTA Bariloche ha obtenido similares tasas de ovulación tanto en la estación reproductiva como durante el anestro estacional, observándose sin embargo una mayor tasa de fertilización (87 vs. 60%) y un mayor número de embriones totales recuperados (6 vs 3.5) durante la época reproductiva (otoño) respecto a la época de baja actividad reproductiva (primavera) ($P < 0.05$).

La *alimentación* juega un rol fundamental en la respuesta a los tratamientos hormonales de ovulación múltiple, debido a que se ha demostrado que no solamente afecta la respuesta ovulatoria sino que es posible que se presenten luteólisis prematuras, tanto en estación como en contraestación sexual (Jabbour *et al.* 1991).

La respuesta ovulatoria a los tratamientos hormonales ha sido estudiada en base a la *presencia folicular* en los ovarios y se ha determinado que está positivamente correlacionada con el número de folículos chicos (2 a 3 mm de diámetro) al momento de la primera aplicación de FSH, la cantidad de folículos medianos (4-5 mm) al momento de finalizado el tratamiento progestacional y el número de folículos grandes (>6 mm) al momento del estro (González-Bulnes *et al.* 2000). Sin embargo, en la raza Merino, nosotros no encontramos correlación entre el número de cuerpos lúteos y el número de folículos chicos, medianos, grandes o totales al inicio del tratamiento de ovulación. Consideramos que el factor determinante en la respuesta al tratamiento de superovulación sería el factor individual o intrínseco. A su vez, hemos determinado una alta repetibilidad individual en la respuesta ovulatoria (número de CL) al realizar tres tratamientos sucesivos de ovulación múltiple en los mismos individuos ($r = 0.84$).

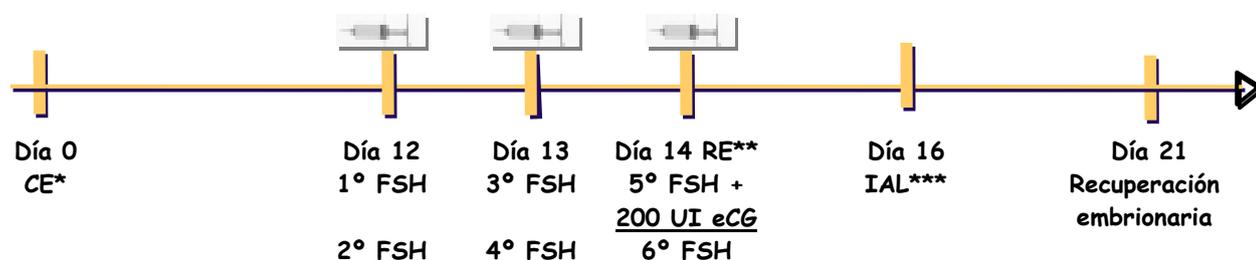
En la actualidad existen varios factores no bien esclarecidos, que controlan la foliculogénesis, el crecimiento folicular, la maduración de los ovocitos, la ovulación y la fertilización. Los avances que se logren en el entendimiento de sus funciones y sus interrelaciones, determinarán una mayor eficiencia de los tratamientos hormonales de ovulación múltiple, reduciendo los costos e incrementando los beneficios de esta técnica.

Inducción de la ovulación en las hembras receptoras y sincronización del estro entre donante y receptora

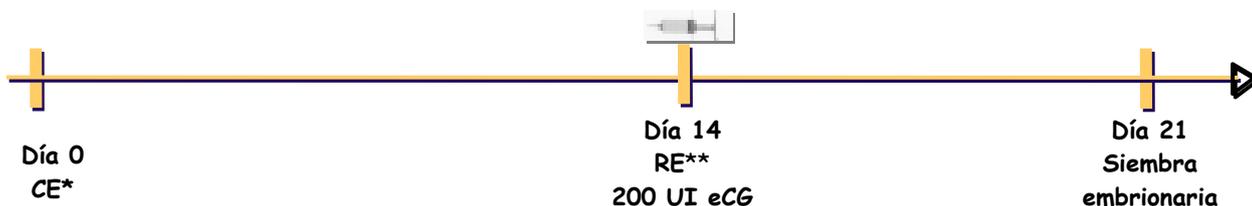
La sincronización de los estros de las receptoras mediante tratamiento progestacional se realiza en forma conjunta con las hembras donantes. En general se sincronizan 5 a 6 receptoras por donante.

El objetivo es lograr que ambas (donante-receptora) presenten el mismo día del ciclo estral en el momento de la recuperación y siembra de embriones. Se presenta en la Figura 1, el modelo de un cronograma de tratamiento hormonal para la ovulación múltiple en ovejas Merino donantes y receptoras de embriones. Las dosis hormonales de FSH fueron presentadas en el punto “Estimulación ovárica para la ovulación múltiple”.

DONANTES EMBRIONES



RECEPTORAS



* Colocación de esponjas intravaginales.

** Retiro de esponjas intravaginales.

*** Inseminación artificial laparoscópica con semen congelado.

Figura 1. Cronograma de tratamiento hormonal para la ovulación múltiple en ovejas Merino donantes y receptoras de embriones.

Fecundación de la hembra donante

La eficiencia de la fertilización en las hembras multiovladas ha presentado resultados muy variables en función de la técnica de fertilización empleada, momento de inseminación y respuesta individual ovulatoria al tratamiento hormonal.

La fertilización de los ovocitos se puede realizar mediante servicio a corral, cada 12 horas, desde el comienzo del celo y hasta su finalización. Otras alternativas son la IA cervical con semen fresco o IA laparoscópica con semen fresco o congelado. Se debe tener en cuenta que mediante el servicio natural o la IA por vía cervical en las donantes de alta respuesta ovulatoria (más de 10 a 12 ovulaciones) se obtiene una baja tasa de fertilidad, debido a la reducción del transporte espermático en el tracto reproductivo.

En el caso de emplearse la IA, ya sea con semen fresco (80×10^6 spz) o congelado (100×10^6 spz), se recomienda el empleo de la técnica laparoscópica, debido a que la deposición del semen en los cuernos uterinos y en proximidad del sitio de fertilización, permite aumentar las tasas de fertilización, así como reducir las dosis de inseminación. Se aconseja realizar la IA laparoscópica con *semen fresco* a las 32 horas de iniciado el celo (Brebion *et al.* 1992). En nuestra experiencia, recomendamos realizar la IA laparoscópica con *semen congelado* identificando el momento del inicio de los estros. Las ovejas detectadas en celo a las 24 horas de retiradas las esponjas intravaginales, se inseminan 24 post celo y las que presentan celo a las 36 o 48 horas se inseminan a las 12 horas de detectadas en estro. En base a este procedimiento hemos obtenido una tasa de fertilización del 80 al 90%.

Los programas de inseminación a tiempo fijo (IATF) por laparoscopia con semen congelado para los tratamientos de ovulación múltiple son muy riesgosos y sólo deben ser utilizados cuando se conoce la distribución de celos de la población en particular, para el régimen hormonal y estación en la cual se desea trabajar. La eficiencia de fertilización con el empleo de semen congelado a tiempo fijo ha presentado resultados variables. Si bien Armstrong y Evans (1984) obtuvieron una fertilidad del 50%, en nuestra experiencia, la utilización de GnRH ha permitido obtener un porcentaje mayor de fertilización. Mediante la administración de un análogo de la GnRH (8 µg de Busereleina; Receptal), 36 horas post retiro de las esponjas impregnadas con progestágeno, obtuvimos tasas de fertilización del 70-80% al realizar la IA indistintamente a las 42 o 55 horas post retiro de las esponjas (Wolff *et al.* 1994).

Colecta de embriones

La metodología empleada para la obtención de embriones consiste en inyectar un medio líquido para producir una corriente de arrastre (lavado o flushing) a través de los cuernos uterinos. Se utiliza un medio comercial en base a PBS (Solución Buffer Fosfato), al que se le debe adicionar un 10% de suero adulto bovino, ovino o caprino inactivado.

En ovejas, la colecta embrionaria se realiza en los días 7mo u 8vo de retiradas las esponjas intravaginales con progestágenos.

Se realizan en los días mencionados debido a los siguientes fundamentos:

- Los embriones están en el tercio superior de los cuernos uterinos.
- Presentan la membrana pelúcida, necesaria como barrera sanitaria.
- La congelación se realiza en estado de mórula compacta o blastocisto.

La técnica quirúrgica para la colecta de embriones en los rumiantes menores se lleva a cabo bajo anestesia general. Es indispensable que los animales no reciban alimento ni agua en las 24 horas previas a la intervención. Se utiliza un tranquilizante intramuscular (2 mg/10 kg, Xilazina 2%) y un anestésico endovenoso (50 mg/10 kg, Thiopental sódico). También es posible realizar una combinación de Xilazina (2 mg/10 kg, Xilazina 2%) y Ketamina (25 mg/10 kg, Clorhidrato de Ketamina), administrados ambos en forma intramuscular (0.4 cc y 3 cc, respectivamente).

Brevemente, se realiza una laparotomía media de 5 a 7 cm, y a 3 cm por delante de la ubre. Antes de comenzar con la recuperación embrionaria se realiza una determinación de la respuesta ovulatoria (recuento del número de cuerpos lúteos), mediante exteriorización de los ovarios o por observación laparoscópica. En base al número de estructuras colectadas se determinará el porcentaje de recuperación embrionaria.

La recuperación embrionaria consiste en la colocación de una sonda (K33) que en su extremo dispone de una aguja (50/20) con punta no traumática y dos perforaciones laterales y una central. Se realiza una punción en la unión útero tubárica y se enhebra la sonda en el interior de la luz del cuerno uterino (1 cm), fijando la misma por medio de un clamp vascular o ligadura. Aproximadamente a un par de cm de la bifurcación de los cuernos uterinos, se realiza una segunda punción, para la inyección de 20 cc de PBS a 38 °C. De esta manera se produce una corriente de arrastre que fluye hacia la unión útero tubárica, donde está ubicada la sonda, y el medio de colecta es recuperado en un Erlenmeyer estéril previamente entibiado. Se procede de igual manera con el otro cuerno uterino. Finalizada la recuperación embrionaria, se realiza la sutura de los planos quirúrgicos y se administran antibióticos. El medio recuperado es volcado en cajas de Petri cuadrículadas para proceder a la búsqueda de embriones bajo lupa (10X) con platina térmica a 38 °C. El tiempo medio para realizar una recuperación de embriones es de alrededor de 15 a 20 minutos por oveja.

En la primera recuperación embrionaria, la técnica quirúrgica permite alcanzar una eficiencia media del 60%. El inconveniente que presenta es la formación de adherencias post quirúrgicas que reducen la eficiencia en la obtención sucesiva de embriones. Nosotros hemos obtenido eficiencias del 66, 41 y 35% para la 1ra, 2da y 3ra intervención quirúrgica.

Independientemente de la técnica de recuperación embrionaria utilizada, y si se desea contar con la seguridad de que las hembras donantes no queden preñadas por embriones no recuperados, se recomienda la administración de prostaglandinas PF2 alfa al final de las intervenciones (50 µg de Cloprostenol).

La clasificación de los embriones se realiza en base a sus aspectos morfológicos y con 10 a 40 aumentos. Una micropipeta o una fina pipeta de vidrio permitirá mover los embriones, para poder observarlos desde distintos ángulos. Se debe observar la integridad de la membrana pelúcida y su esfericidad. El embrión debe tener un desarrollo acorde con el día de colecta; se tolera hasta un máximo de 24 horas de retraso. Las células deben ser claras y de contorno regular, siendo la opacidad signo de degeneración. Se sugiere consultar la blastografía del desarrollo embrionario temprano en el bovino superovulado (Atlas Embrionario-IMV).

En algunos embriones, se puede observar desprendimiento parcial de células en el espacio perivitelino. Esta característica es tolerable si el resto conforma una masa celular uniforme y sin opacidad. Cuando los embriones son dudosos, se recomienda realizar una segunda observación a las dos horas. Este tipo de examen morfológico no constituye un test absoluto de la viabilidad embrionaria. Sin embargo se presentan diferencias significativas en la sobrevivencia embrionaria cuando se transfieren embriones de calidad regular respecto a la calidad buena o excelente.

Siembra de embriones

Se recomienda que el tiempo transcurrido entre la recuperación de los embriones y su siembra no supere las 2 horas en medio de conservación embrionario. Si se trata de embriones previamente congelados, el tiempo máximo entre descongelamiento y siembra se reduce a 20 o 30 minutos. El sitio habitual de siembra de los embriones es el cuerno ipsilateral del ovario con cuerpo lúteo.

Los 2 métodos más utilizados en la siembra de embriones son el quirúrgico o no quirúrgico por laparoscopia (González *et al.* 1991). En ambos casos se procede a realizar una punción en la cara dorsal del cuerno uterino y en su tercio proximal. Mediante una micropipeta, se deposita el embrión en la luz uterina (acondicionado en 10 µl de PBS).

Existe una técnica combinada en la cual se visualiza el cuerno uterino por laparoscopia, se realiza una pequeña incisión de 1 cm en la línea media abdominal, y mediante una pinza, se exterioriza el cuerno uterino para realizar la siembra embrionaria (Siembra semi-quirúrgica de embriones).

En las cabras lecheras, se ha determinado una tasa superior de sobrevivencia embrionaria cuando se realiza una siembra doble (Tervit *et al.* 1983). En los ovinos, la eficiencia global (corderos logrados/embriones sembrados) es mayor cuando se siembra un embrión por hembra receptora (Cseh y Seregi 1993). La tolerancia en el tiempo de sincronización de estro entre donante y receptora es de ± 1 día. A mayor sincronización, mayor es la eficiencia de la transferencia (Rowson y Moor 1966).

Cabe consignar que se ha mencionado el "efecto donante" como la variabilidad que se puede presentar en la tasa de sobrevivencia de embriones (0 a 78%) para una igual calidad embrionaria entre distintas madres (Heyman *et al.* 1987).

Es importante realizar un examen laparoscópico o visual de los ovarios de las receptoras, con el fin de asegurarse que se dispone de hembras con uno o dos cuerpos lúteos correspondientes al día 6 o 7 del ciclo estral. En ciertas oportunidades y en especial cuando se trata de cabras, se presentan receptoras con folículos quísticos o cuerpos lúteos regresados. Estas hembras no deben ser utilizadas como receptoras. La técnica de laparoscopia facilita la realización de una buena clasificación de las receptoras por su respuesta ovulatoria.

En referencia a la siembra embrionaria por vía cervical, es de muy baja utilización debido a la dificultad que presenta el paso del cérvix (Flores-Foxworth *et al.* 1992).

Es muy importante considerar el tiempo entre la recuperación, búsqueda y clasificación hasta la siembra de los embriones. Debido al trabajo que implica la realización de un programa de TE, debe estar muy bien organizado y coordinado para obtener óptimos resultados.

Eficiencia reproductiva de la transferencia de embriones

A continuación se presentan valores medios de referencia de la eficiencia de las diferentes etapas de la ovulación múltiple y TE (tratamiento convencional FSH):

- Número de cuerpos lúteos por hembra donante: 11.
- Tasa de embriones + ovocitos recuperados por vía quirúrgica: 60 a 70%.
- Tasa de fertilización por IA laparoscópica: 90%.
- Tasa de selección de embriones para congelamiento: 80 a 90%.
- Tasa de selección de embriones post descongelamiento: 70 a 90%.
- Porcentaje de preñez (Siembra directa): 70%.
- Número de crías nacidas por hembra donante tratadas al azar:
 - TE inmediata: 4 corderos/oveja donante.
 - TE congelados: 2 a 3.2 corderos/oveja donante.

En trabajos realizados en el INTA de Bariloche hemos obtenido los siguientes resultados en ovinos de raza Merino:

- Número promedio de CL: 13 (a) – 17.5 (b).
- Recuperación quirúrgica de embriones: 65%.
- Tasa de preñez mediante TE por siembra semi-quirúrgica inmediata: 64%.
- Tasa de preñez mediante embriones vitrificados: 50%.

- (a) Tratamiento con 80 mg de pFSH (NIH Folltropin-V) + 200 UI PMSG.
- (b) Tratamiento con 200 mg de pFSH (NIH Folltropin-V) + 200 UI PMSG.

Garantía sanitaria de la transferencia de embriones

A pesar de las medidas sanitarias actualmente existentes, el riesgo de introducir enfermedades a través de la incorporación de animales vivos, es muy alto. La TE reduce considerablemente este riesgo, debido a la barrera natural que presentan los embriones contra bacterias y virus (Stringfellow *et al.* 1991). Se ha demostrado la posibilidad de obtener embriones sin riesgo sanitario de madres infectadas con el virus de la Lengua azul (BTV). Por lo tanto es posible recuperar el material genético de un plantel infectado.

La inmunidad pasiva que aporta la madre receptora confiere al feto una sanidad invaluable, más aún cuando los embriones son exportados a países con enfermedades exóticas para el país de origen. Los costos de cuarentenas, de transporte y las dificultades de adaptación de los animales (condiciones climáticas, alimentarias y sanitarias), brinda a la TE una multiplicidad de beneficios comerciales adicionales.

La Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS) tiene como objetivo el intercambio y divulgación de los adelantos científicos en la TE y las tecnologías afines. Su comité de importaciones y exportaciones realiza la difusión de información técnica y científica para la formulación de las regulaciones sanitarias en el comercio de embriones. La IETS ha realizado una importante publicación de referencia sobre las normas generales de la TE (International Embryo Transfer Society 1990).

Conclusiones generales

La TE puede incrementar el número de crías de una hembra genéticamente superior, permitiendo obtener en promedio 4 crías por tratamiento de ovulación múltiple. Los recientes avances en el incremento de la eficiencia reproductiva en la TE han ampliado la posibilidad de su utilización en los programas de mejoramiento genético aumentando la difusión de los genes de las ovejas de alto valor productivo. Futuras investigaciones serán necesarias para reducir los costos e incrementar el número de crías por oveja donante para facilitar su aplicación comercial, como se ha logrado en la especie bovina.

No cabe duda que actualmente la TE es el método más seguro en el aspecto sanitario, para realizar la importación de los diferentes biotipos de alta producción. El incremento del comercio internacional de material genético mediante la TE demuestra la importancia que tiene esta técnica como reaseguro sanitario frente a las enfermedades exóticas y como herramienta del mejoramiento para la producción animal.

La vitrificación de embriones en ovinos como técnica de criopreservación de material genético

La *criopreservación* es el proceso en el cual células o tejidos son colocados a muy bajas temperaturas (en general de -80 a -196 °C) para su conservación. Este proceso permite disminuir las funciones vitales de una célula o un organismo y permite mantenerlo en condiciones de vida suspendida.

Los primeros éxitos de la criopreservación de embriones de mamíferos se obtuvieron en los años sesenta del siglo pasado, siendo los principales métodos: la congelación tradicional lenta y la vitrificación. Los procedimientos generales para ambos casos difieren en la adición de los crioprotectores y la velocidad de enfriamiento de los embriones.

En general, casi todas las estrategias de la criopreservación se basan en tres factores principales: la composición química de los crioprotectores, la velocidad de enfriamiento de los embriones y su posterior recalentamiento; siendo la *vitrificación* embrionaria una metodología, por la cual las células embrionarias y su contenido líquido son solidificados, sin la formación de cristales de hielo. Este procedimiento permite el aumento de la viscosidad celular y su posterior solidificación a baja temperatura, logrando una distribución iónica y molecular del estado líquido. Los factores que condicionan su eficiencia son el tamaño y la forma de las células, la permeabilidad de las membranas plasmáticas, la calidad de los embriones, la composición de los crioprotectores utilizados y el tiempo de equilibramiento de los embriones en las soluciones de vitrificación (Vajta y Kuwayama 2006). Considerando estos factores, esta metodología de criopreservación es beneficiosa, debido a que el daño embrionario es bajo y brinda una alta protección contra las crioinjurias, favoreciéndose la futura sobrevivencia embrionaria (Massip 2001).

En los últimos años, se han logrado avances considerables en las técnicas de vitrificación de embriones en varias especies de animales. Se deben tomar en cuenta diferentes factores tales como: el tipo de crioprotectores a utilizar; estos deben ser empleados en una adecuada concentración, adicionarse al embrión en forma creciente, a un tiempo preciso y a una temperatura determinada. Para la especie ovina, los crioprotectores recomendados para la vitrificación, son la asociación glicerol - etilenglicol en concentraciones crecientes. Otra recomendación ha consistido en realizar la vitrificación embrionaria con volúmenes muy pequeños de la solución crioprotectora (0,6 a 2 µl) y mediante un procedimiento rápido, para evitar la pérdida del equilibrio osmótico y causar daño celular que comprometa la posterior viabilidad embrionaria (Kasai y Mukaida 2004). Actualmente se ha preconizado el método de vitrificación en bajo volumen en pajuelas delgadas denominada OPS (Open Pulled Straw), que posibilita un muy rápido enfriamiento y recalentamiento de los embriones contenidos en la solución crioprotectora de alta viscosidad (Vajta *et al.* 1997).

Respecto a los diversos procedimientos de vitrificación se han utilizado las pajuelas (Baril *et al.* 2001), grillas de microscopía (Martino *et al.* 1996), capilares finos (Vajta *et al.* 1997), Cryotops (Kuwayama y Kato 2000), Cryoloops (Gardner *et al.* 2005), tips de micropipetas (Cremades *et al.* 2004), solid surface vitrification (Begin *et al.* 2003), microdrops (Landa y Tepla 1990). La bibliografía internacional hace referencia a que, independientemente del sistema utilizado, la tasa de sobrevivencia de los embriones congelados o vitrificados, obtenidos por colecta (*in vivo*) o por cultivo (*in vitro*), son por lo general similares (Vajta 2000, Isachenko *et al.* 2003, Guignot *et al.* 2006, Martinez *et al.* 2006, Green *et al.* 2009). A pesar de los beneficios prácticos, ventajas económicas y buenos resultados que se han obtenido experimentalmente, la vitrificación aún no se ha utilizado masivamente, debido a la falta de una estandarización de los protocolos, para cada especie de interés zootécnico.

En referencia a los ovinos, si bien los rangos entre los distintos autores son muy amplios, se sostiene que no habría diferencias significativas en la tasa de preñez cuando los embriones son congelados (38 al 73%), vitrificados (52 al 79%) o transferidos en fresco (50 al 90%) (Ali y Shelton 1993; Dattena *et al.* 2000, Baril *et al.* 2001, Papadopoulus *et al.* 2002, Isachencko *et al.* 2003, Guignot *et al.* 2006, Martinez *et al.* 2006, Bettencourt *et al.* 2009, Green *et al.* 2009). Cabe señalar que, para algunos autores (Green *et al.* 2009), la tasa de preñez de embriones ovinos congelados según el estadio embrionario (mórula o blastocisto) sería similar; otros sostienen que sería superior para los estadios embrionarios de mayor desarrollo (García-García *et al.* 2006); y pudiendo aún variar según la edad de la donante de embriones (Baril *et al.* 2001).

A continuación se presenta un sistema de vitrificación de embriones ovinos desarrollado por el Grupo de Reproducción del INTA Bariloche. El objetivo de nuestro trabajo fue evaluar la eficiencia reproductiva de una metodología simple de vitrificación de embriones para ovinos en tips plásticos de micropipetas.

En forma resumida, se detallan los procedimientos realizados para la ovulación múltiple, recuperación, vitrificación y transferencia embrionaria en ovinos.

Los ciclos estrales de 10 ovejas donantes y 38 ovejas receptoras de raza Merino fueron sincronizados mediante la inserción de esponjas intravaginales conteniendo 60 mg de MAP (Progespon®, Syntex, Argentina) durante 14 días. Al retiro de las esponjas, todas las receptoras de embriones recibieron 200 UI de eCG (Novormon®, Syntex, Argentina). Las donantes de embriones fueron superovuladas con un total de 80 mg pFSH (Folltropin V®, Bioniche, Canadá), inyectada por vía intramuscular cada 12 h en 6 dosis decrecientes (18, 18, 14, 14, 8, 8 mg) durante los días 12 al 14 de colocadas las esponjas con progestágeno intravaginal. El inicio del estro de cada oveja fue detectado por un carnero sujetado con una soga (24 - 36 h después del retiro de las esponjas). Todas las donantes de embriones se inseminaron por vía laparoscópica con semen congelado (100×10^6 espermatozoides por oveja) 12 - 14 h después del inicio del estro inducido.

Los embriones fueron recuperados quirúrgicamente 8 días después de retiradas las esponjas, mediante laparotomía prepúbica y anestesia general con xilazina (8 mg im, Kensol®, König, Montevideo, Uruguay) y ketamina (150 mg por vía intramuscular, Ketalar® Parke Davis, Buenos Aires, Argentina). Asimismo se aplicó anestesia local en el área quirúrgica (2 ml de clorhidrato de lidocaína, Frankaina® 2%; FatroVonFrankel, Buenos Aires, Argentina). Los embriones fueron recuperados de cada cuerno uterino con 20 ml de medio comercial de recuperación (Bovi-Pro®, Minitube, EEUU), previamente calentado a 38 °C y suplementado con suero fetal bovino al 10% (FBS®, 013/07; Internegocios, Buenos Aires, Argentina). El medio de colecta se introdujo desde el inicio del cuerno uterino hacia la unión útero-tubárica, donde se insertó un cateter. La colecta embrionaria se realizó en Erlenmeyers de 50 cc, estériles y entibiados previamente. Se aplicó oxitetraciclina (1 ml/10 g im) y antibiótico local (gentamicina) en el sitio de la incisión abdominal.

Mediante observación bajo lupa y platina térmica a 38 °C, los embriones fueron obtenidos del medio de recuperación y colocados en placas de Petri con un medio de conservación de embriones (Syngro®, Minitub) a temperatura de 20-25 °C. Los embriones se clasificaron, en base a criterios morfológicos y el uso de las directrices de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (1998). Los procedimientos de vitrificación se basaron en los métodos descritos por Mermillod *et al.* (1999).

Brevemente, los embriones fueron expuestos a temperatura ambiente a tres diferentes soluciones en base a un medio comercial (Bovi-pro®, Minitub) suplementado con 20% suero fetal bovino (MCS), de acuerdo a los siguientes procedimientos: soluciones de equilibramiento i) MCS + 10% de glicerol (G) durante 5 min; ii) MCS + 10% G + 20% de etilen glicol (EG) durante 5 min, y posteriormente en la solución de vitrificación SV iii) MCS + 25% G + 25% EG durante 30 segundos. Los embriones se acondicionaron de a pares en tips plásticos, en 1 ul de SV, utilizando una micropipeta automática e inmediatamente fueron colocados en criotubos, previamente identificados y llenados con 3,6 ml de nitrógeno líquido. Posteriormente se almacenaron en un termo conservador de nitrógeno líquido.

Para la descongelación, cada tips se entibió entre el pulgar y el dedo índice durante 10 segundos. A continuación, los embriones se sumergieron en las diferentes soluciones de MCS a 25 °C en tres pasos sucesivos de rehidratación: i) MCS + 12,5% G + 12,5% EG al 0,5 M de sucrosa, ii) MCS al 0,5 M de sucrosa y iii) MCS al 0,25 M de sucrosa, durante 5 minutos cada uno, para permitir la remoción del crioprotector intracelular. Por último, los embriones fueron introducidos en MCS durante 5 min a 25 °C, antes de su transferencia.

Los embriones se transfirieron por pares (mórulas o blastocistos), en 35 ovejas receptoras, a los 8 días de retiradas las esponjas intravaginales y aplicación de eCG (200 UI). El procedimiento se llevó a cabo bajo anestesia general y con la administración de antibióticos (igual tratamiento que para la recuperación de embriones). Previo a la transferencia embrionaria, se determinó por laparoscopia, la

presencia de un cuerpo lúteo morfológicamente normal. La transferencia de los embriones se realizó mediante una laparotomía mediana de 3 cm realizada a 5 cm craneal de la ubre. Los embriones se colocaron en la luz uterina después de realizar una punción con una aguja (18G) en la unión utero tubárica. La siembra se realizó mediante una pipeta de pistón (Assipettor®, Minitüb, Alemania). La pequeña incisión fue suturada y se colocaron antibióticos y cicatrizantes. El tiempo medio de transferencia fue de 8 minutos por oveja. El diagnóstico de preñez y sobrevivencia embrionaria se determinó a los 28 días después de la transferencia, por medio de ecografías transrectales, realizadas mediante un transductor de 5 MHz de disposición lineal (Aloka 500, Tokio, Japón).

Los resultados de la eficiencia reproductiva de los embriones vitrificados según el estadio de desarrollo embrionario se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Eficiencia reproductiva de la transferencia de embriones ovinos vitrificados según el momento de su estadio de desarrollo embrionario.

Estadio	N° de Embriones	N° de Ovejas	Tasa de Preñez	Sobrevivencia
Embrionario	Transferidos	Receptoras	(%)	Embrionaria (%)
Mórula	34	17	8/17 (47.1)	14/34 (41.2)
Blastocisto	36	18	9/18 (50.0)	18/36 (50.0)

Las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($P>0.05$)

En la actualidad, la vitrificación de embriones ovinos es una alternativa potencial respecto al congelamiento lento tradicional, el cual requiere más tiempo y el uso de equipos costosos. Por consiguiente, y en base a los resultados logrados, podemos concluir que para ambos estadios embrionarios (mórulas o blastocistos) los procedimientos de vitrificación en tips de micropipetas son apropiados para conservar material genético ovino, en forma simple y sin requerimiento de equipamiento costoso.

Referencias

- Ali J y Shelton JN. 1993. Successful vitrification of day-6 sheep embryos. *J. Reprod. Fertil.* 99: 65–70.
- Armstrong DT y Evans G. 1984. Intrauterine insemination enhances fertility of frozen semen in superovulated ewes. *J. Reprod. Fert.* 71: 89-94.
- Baril G, Remmy B, Lebouef B, Vallet JC, Beckers JF y Saumande J. 1992. Comparison of porcine FSH, caprine FSH and ovine FSH to induce repeated superovulation in goats. 8th Scientific Meeting of European Embryo Transfer Association, Lyon, France, 1: 126 (abstract).

- Baril G, Traldi AS, Cognie Y, Leboeuf B, Beckers JF y Mermillod P. 2001. Successful direct transfer of vitrified sheep embryos. *Theriogenology* 56: 299–305.
- Begin I, Bhatia B, Baldassarre H, Dinnyes A, y Keefer CL. 2003. Cryopreservation of goat oocytes and in vivo derived 2- to 4-cell embryos using the cryoloop (CLV) and solid-surface vitrification (SSV) methods. *Theriogenology* 59: 1839–1850.
- Bettencourt EM, Bettencourt CM, Chagas e Silva, J, Ferreira P, Pereira Matos C, Romãoa RJ y Rochad A. 2009. Fertility rates following the transfer of ovine embryos cryopreserved using three protocols. *Small Rumin. Res.* 82: 112-116.
- Brebion P, Baril G, Cognie Y y Vallet JM. 1992. Transfert d'embryons chez les ovins et les caprins. *Ann. Zootech.* 41: 331-339.
- Cremades N, Sousa M, Silva J, Viana P, Sousa S, Oliveira C, Teixeira da Silva J y Barros A. 2004. Experimental vitrification of human compacted morulae and early blastocysts using fine diamet or plastic micropipettes. *Hum. Reprod.* 19: 300-305.
- Cseh S y Seregi J. 1993. Practical experiences with sheep embryo transfer. *Theriogenology* 39: 207.
- Dattena M, Ptak G, Loi P y Cappai P. 2000. Survival and viability of vitrified, in vitro and in vivo produced ovine blasocysts. *Theriogenology* 53: 1511–19.
- Donaldson L. 1984. Embryo production in superovulated cows: Transferable embryo correlated with total embryos. *Theriogenology* 21: 517-524.
- Flores-Foxworth G, Mc Bride BM, Kraemer DC y Nuti LC. 1992. A comparison between laparoscopic and transcervical embryo colletion and transfer in goats. *Theriogenology* 37: 213 (abstract).
- Garcia-Garcia RM, Gonzalez-Bulnes A, Dominguez V, Veiga-Lopez A y Cocero MJ. 2006. Survival of frozen-thawed sheep embryos cryopreserved at cleavage stages. *Cryobiol.* 52: 108-113.
- Gardner DK, Sheehan C y Larman MG. 2005. Cryoloop vitrification in the absence of liquid nitrogen. *Hum. Reprod.* 20, p 146 (abstract).
- González R, García Vinent JC, Gibbons A y Cueto MI. 1991. Laparoscopic embryo transfer in Merino Sheep in Patagonia (Argentina). XXIV World Vet. Congress, Río de Janeiro, Brasil.
- González-Bulnes A, Santiago-Moreno J, Cocero M J y Lopez-Sebastian A. 2000. Effects of FSH commercial preparation and follicular status on follicular growth and superovulatory response in Spanish Merino ewes. *Theriogenology* 54: 1055-1064.
- Green RE, Santos BFS, Sicherle CC, Landim-Alvarenga FC y Bicudo SD. 2009. Viability of OPS vitrified sheep embryos after direct transfer. *Reprod. Dom. Anim.* 44: 406-410.
- Guignot F, Bouttiera A, Baril G, Salvettia P, Pignona P, Beckers JF, Touzé JL, Cognié J, Traldi AS, Cognié Y y Mermillod P. 2006. Improved vitrification method allowing direct transfer of goat embryos. *Theriogenology* 66: 1004-11.

- Heyman Y, Vincent C, Garnier V y Cognie Y. 1987. Transfer of frozen-thawed embryos in sheep. *Vet. Rec.* 24: 83-85.
- International Embryo Transfer Society. 1990. *Manual of the International Embryo Transfer Society*. Eds. Stringfellow DA, Seidel SM. 2° ed. USA, Champaign. 79 p.
- International Embryo Transfer Society. 1998. En Stringfellow DA y Seidel SM (Eds) *Manual of the International Embryo Transfer Society*. IL, USA, p 106-107.
- Isachenko V, Alabart JL, Dattena M, Nawroth F, Cappai P, Isachenko E, Cocero MJ, Oliveira J, Roche A, Accardo C, Krivokharchenko A y Folch J. 2003. New technology for vitrification and field (microscope free) warming and transfer of small ruminant embryos. *Theriogenology* 59: 1209–18.
- Jabbour HN, Ryan JP, Evans G y Maxwell, WMC. 1991. Effects of season, GnRH administration and Lupin supplementation on the ovarian and endocrine responses of Merino ewes treated with PMSG and FSH-P to induce superovulation. *Reprod. Fert. Dev.* 3: 699-707.
- Kasai M y Mukaida T. 2004. Cryopreservation of animal and human embryos by vitrification. *Reprod. Biomed, Online* 9: 164-170.
- Kuwayama M y Kato O. 2000. All-round vitrification method for human oocytes and embryos. *J. Assist. Reprod. Genet.* 17: 477.
- Landa V y Tepla O. 1990. Cryopreservation of mouse 8-cell embryos in microdrops. *Folia Biol.* 36: 153-8.
- Martínez AG, Valcarcel A, Furnus CC, De Matos DG, Iorio G y de las Heras MA. 2006. Cryopreservation of in vitro-produced ovine embryos. *Small Rumin. Res.* 63: 288–296.
- Martino A, Songsasen N y Leibo SP. 1996. Development into blastocysts of bovine oocytes cryopreserved by ultra-rapid cooling. *Biol. Reprod.* 54: 1059–69.
- Massip A. 2001. Cryopreservation of embryos of farm animals. *Reprod. Dom. Anim.* 36: 49–55.
- Mermillod P, Traldi A, Baril G, Beckers JF, Massip A y Cognié Y. 1999. A vitrification method for direct transfer of sheep embryos. In: *Proceedings of the 15th Science Meeting on European Embryo Transfer Association, Lyon, France*, p 212.
- Mueller J. 1993. Utilización de la inseminación artificial y la superovulación con transferencia de embriones en el mejoramiento genético de ovinos. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 323, p 1-8.
- Papadopoulos S, Rizos D, Dupuy P, Wade M, Quinn K, Boland MP y Lonergan P. 2002. Embryo survival and recipient pregnancy rates after transfer of fresh or vitrified, in vivo or in vitro produced ovine blastocysts. *Anim. Reprod. Sci.* 74: 35–44.
- Rowson LEA y Moor RM. 1966. Embryo transfer in the sheep: the significance of synchronizing oestrus in the donor and recipient animal. *J. Reprod. Fert.* 11: 207-212.

- Stringfellow DA, Riddell KP y Zurovac O. 1991. The potential of embryo transfer for infectious disease control in livestock. *New Zealand Vet. J.* 8-17.
- Tervit HR, Goold PG, Mc Kenzie RD y Clarkson DT. 1983. Techniques and success of embryo transfer in Angora goats. *New Zealand Vet. J.* 31: 67-70.
- Torres S, Cognie Y y Colas G. 1984. Transfert des embryons chez les ovins. IX Journées de la Recherche Ovine et Caprine, (Ed) INRA-ITOVIC-SPEOC, Paris, 215-239.
- Vajta G. 2000. Vitrification of the oocytes and embryos of domestic animals. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 357–364.
- Vajta G, Booth PJ, Holm P, Greve T y Callesen H. 1997. Successful vitrification of early stage bovine in vitro produced embryos with the Open Pulled Straw (OPS) method. *Cryo-Letters* 18: 191–195.
- Vajta G y Kuwayama M. 2006. Improving cryopreservation systems. *Theriogenology* 65: 236–44.
- Wolff M, Gibbons A, Cueto M, Willems P, Arrigo J. 1994. Results of artificial insemination with frozen semen in Australian Merino ewes multiovulated with FSHp. IV World Merino Conference. Montevideo, Uruguay, p 269 (abstract).

Diseño e implementación de planes de mejoramiento genético

Nicolás Giovannini, Joaquín Mueller y Franca Bidinost

1. Introducción

El mejoramiento genético animal tiene por objetivo utilizar activamente la variación genética disponible dentro o entre razas. Esta variación genética puede utilizarse para alcanzar los intereses o deseos de los productores para generar animales productivamente más eficientes dentro de un contexto económico, social y ecológico determinado. Esta dirección deseada es formalizada a través de la formulación un objetivo de cría el cual permitirá *definir* cuáles son los mejores animales que representan ese objetivo. Una vez definido el objetivo de cría será necesario establecer un sistema para *identificar* los mejores animales para su posterior *utilización* en un sistema de apareamientos. Estos conceptos son fundamentales para el diseño de un **plan de mejoramiento genético**. La implementación del plan generalmente implicará tareas y responsabilidades técnicas, operacionales y, según el marco de aplicación, políticas acordadas para su correcto y efectivo funcionamiento.

2. Diseño de planes de mejoramiento genético para un criador

2.1 Definición del objetivo de cría

La definición del objetivo de cría es el primer paso para el diseño de un plan de mejoramiento genético. Para ello es necesario caracterizar el sistema de producción y cómo influyen económicamente en éste la variación en ciertas características de los animales. El objetivo de cría provee un criterio para cuantificar y luego maximizar los ingresos económicos de las inversiones realizadas en el plan de mejoramiento genético. El criador debe saber y considerar en su programa de mejora el tipo de animal buscado, acorde al tipo de campo, la región, el clima y sus clientes (en caso de venta de reproductores). El procedimiento formal para definir el objetivo de mejora es plantearse cuáles son las características de los animales que generan ingresos y egresos, para luego darle un valor económico relativo dentro del sistema de producción. Es importante recordar que para el mejoramiento genético son de particular interés considerar a las características heredables ya que son éstas las más susceptibles al cambio genético y cuyos efectos podrán visualizarse a mediano plazo en las siguientes generaciones. Por otro lado, las diferentes razas suelen poseer objetivos de mejora distintos con énfasis particulares para las características de interés de la raza por lo que no se puede generalizar en un único objetivo. Salvo expresa mención, vamos a referirnos en lo que sigue a las razas más importantes: Merino y Corriedale, con la indicación que en la raza Merino se enfatizan caracteres de importancia en la producción de lana y en Corriedale se enfatizan caracteres de importancia en la producción de carne.

2.1.1 Caracteres de importancia genética en la producción de lana

El productor puede interesarse fundamentalmente por: aumentar la cantidad de lana producida, aumentar la calidad de la lana o una combinación de ambas.

a) Caracteres relevantes a la cantidad de lana

La cantidad de lana producida es función del tamaño del animal, densidad del vellón, largo de mecha, etc. Como la lana se comercializa en base a su rendimiento al lavado y al peine, interesa también conocer la cantidad de suarda e impurezas del vellón (tierra y materia vegetal), que en parte están dados por la estructura del vellón.

b) Caracteres relevantes al valor de la lana

Para determinar calidad de lana analizamos la importancia de los distintos caracteres en el procesamiento industrial de lanas finas (Tabla 1).

Tabla 1. Importancia de caracteres de la lana sucia sobre su procesamiento para vestimenta.

Característica de la lana sucia	Lavado y top	Hilado	Tejido	Teñido y terminado	Confección
Diámetro de fibras	XXX	XXXXX	XXX	XXX	XXX
Contaminación: Cera, suint, suciedad	XXXX	X	-	-	-
Contaminación: Materia vegetal	X	X	-	XXX	X
Resistencia a la tracción de mecha	XX	X	X	-	-
Largo de mecha	XXX	XX	X	-	-
Color (grado de blancura)	X	-	-	XXX	-
Variación del diámetro (CV)	-	X	X	X	-

Fuente: Atkins (1997).

En la etapa del lavado y peinado, el rinde al lavado (contaminación con cera, suint y tierra) es muy importante. El producto final de esta etapa, el top, tiene mayor valor si tiene una buena altura media (hm) que depende del largo de mecha, la resistencia a la tracción y el punto de quebrado. En la etapa del hilado el diámetro es de gran importancia porque define el grosor del hilo y en consecuencia el peso de la tela. En los últimos 25 años se observa una clara tendencia hacia la reducción en el peso de las telas. En la etapa del tejido importa la calidad del hilo, que depende del diámetro de la lana. En el teñido y terminado de telas claras importa la blancura de la lana y la ausencia de contaminantes plásticos. Finalmente en la etapa de la confección interesa la finura por su efecto sobre la suavidad, peso y confort de la prenda.

Descripción de los caracteres

Diámetro de fibras. Es la característica de mayor importancia en la determinación del precio. Lanasy Merino abarcan un rango de 17 a 23 micras con mayores precios para lanas más finas. Una medida útil del valor económico relativo del diámetro es el “premio por micra” (beneficio en el precio que recibiría un lote lana si fuese una micra más fina). Estos premios son más altos en lanas finas y se han incrementado en la última década aunque con fluctuaciones.

Contaminación. Para el rinde al peine es importante el contenido y tipo de materia vegetal remanente después del lavado, ya que su remoción puede resultar en un costo importante para la industria. Los descuentos son mayores en lanas finas y cuando la materia vegetal supera el 3%.

Resistencia a la tracción. Es la fuerza necesaria para romper una mecha de lana de determinado grosor, tomándola de las puntas. En las etapas de lavado y peinado la fibra de lana es sometida a fuerzas que pueden romperla y en consecuencia generar desperdicios de lana. Lanas débiles o sufridas, con valores de resistencia inferiores a 30-35 N/ktex son castigadas, en particular si son finas. Lanas más resistentes que el valor crítico no reciben mayor premio.

Largo de mecha. El largo de mecha crítico depende de la finura pero típicamente es de 9 a 9.5 cm, mechales más cortas reciben descuentos importantes. El coeficiente de variación del largo de mechales también es de interés porque afecta la altura media (hm) en el top.

Coficiente de variación del diámetro de fibras. El CV de diámetro tiene valor económico por su equivalencia matemática con finura para el hilado. Cada 5 puntos de coeficiente de variación de diámetro equivale a 1 micrón. Es decir una lana de 19 micras con un coeficiente de variación del 20% tiene la misma performance de hilado que una lana de 20 micras con un coeficiente de variación del 15%. Esta relación se debe a que lanas de diámetro heterogéneo requieren mayor número de fibras para alcanzar igual resistencia y uniformidad.

Color. La blancura de la lana recibe sólo moderadas señales de precio a pesar de que es la característica más importante para el procesador de lana lavada ya que limita el rango de colores y el brillo de la tela teñida. El color de lanas Merino de la Patagonia no presenta problemas por lo que no es muy importante, pero otras lanas producidas en otras zonas pueden tener defectos de color.

Otras. En Australia las lanas se clasifican subjetivamente en grados de estilo basándose en aspectos como la definición del rizo y su frecuencia, punta de mecha, color, tacto, penetración de tierra, etc. Aunque el valor de la lana tiene relación con el grado de estilo se trata de un rasgo con pocas categorías y al ser determinado subjetivamente es difícil saber cuál de sus componentes influye en el precio.

2.1.2 Caracteres que generan ingresos y egresos en producción de carne

Los caracteres de importancia económica en el mejoramiento genético orientado a la producción de carne se resumen en: relativos a cantidad de carne producida, que depende del excedente de animales y su peso; y el valor de la carne dado por la categoría, engrasamiento y conformación (Tabla 2). Cabe señalar que en el mercado nacional actualmente no existen premios a la calidad en carne ovina.

Tabla 2. Importancia de caracteres en las fases de producción de carne.

Característica	Cantidad de carne	Calidad de carne
Eficiencia reproductiva	X	
Peso corporal adulto	X	
Habilidad materna	X	
Crecimiento	X	
Peso a la venta	X	
Engrasamiento de la carcasa		X
Conformación de la carcasa		X

Fuente: Banks (1997).

a) Caracteres relevantes en la cantidad de carne

Eficiencia reproductiva. Involucra la fertilidad (porcentaje de ovejas en servicio que paren corderos) y a la prolificidad (cantidad de corderos nacidos por oveja parida).

Habilidad materna. Indirectamente estimada a través de la sobrevivencia del cordero y su velocidad de crecimiento durante la lactancia.

Crecimiento. Precocidad y capacidad propia del cordero para aprovechar la leche materna y el forraje.

Peso corporal. Peso que alcanza a determinada edad.

b) Caracteres relevantes en calidad de carne

Conformación. Rendimiento de la carcasa, composición y proporciones de cortes carniceros de alto valor.

Engrasamiento. Proporción y distribución de la grasa en la carcasa.

Otras. Características como edad a la pubertad, longevidad, sobrevivencia del cordero también influyen sobre la producción de carne. En la Patagonia muchas de estas características tienen un fuerte componente ambiental y pueden ser modificadas por medio de técnicas de manejo o a través de cruzamientos apropiados.

2.1.3 Importancia relativa de los caracteres de interés económico

La importancia relativa de cada característica es distinta según la raza y el tipo de producción. Por ejemplo el mercado de las lanas finas es más exigente en calidad que el de lanas de finura media, esto es relevante para productores que se embarcan en programas de afinamiento de lana. La búsqueda de finura debe estar acompañada de mejoras en calidad.

Conceptualmente, el valor económico del carácter i (v_i) se define como el efecto del cambio marginal (el cambio en una unidad) del nivel genético del carácter i (g_i) en el objetivo de cría, manteniendo a los otros caracteres considerados constantes (detalles y ejemplos en Mueller 1985 y Gibson 2005).

En base a esta definición, suelen utilizarse tres métodos para la derivación de los valores económicos:

- a) **Método contable.** En este método el valor económico es derivado como los ingresos menos los costos.

$$v_i = r_i - c_i$$

Donde r_i es el ingreso extra recibido a partir de una unidad de cambio en promedio del carácter i , y c_i es el costo extra asociado con esa unidad de incremento. Por ejemplo, considerando la producción de corderos, r_i es el ingreso por kg extra de peso corporal al destete (venta), y c_i es el costo extra de alimentación asociado a ese incremento. En el sistema de ecuaciones también será necesario considerar la frecuencia de expresión de una característica (ej. los vellones producidos a lo largo de la vida del animal), el momento de expresión (hay caracteres que se expresan antes que otros (ej. peso de vellón vs peso de faena de adulto), e incluir factores de descuento para llevar los valores futuros a valores actuales. En este método es importante prevenir la doble contabilización. Por ejemplo, cuando la producción de grasa y proteína están incluidas en el objetivo de mejora, deben contabilizarse los costos e ingresos extra asociados con un kg de incremento en la producción de leche manteniéndose constantes los promedios de grasa y proteína. Aún cuando en la práctica un incremento en la producción de leche tiende a estar asociado con incrementos en la cantidad de grasa y proteína debido a las correlaciones positivas entre estos caracteres. Si esto no se realiza así, podría estar ocurriendo doble contabilización, ya que el efecto económico de incrementar grasa y proteína también estaría contabilizado en el cálculo de los valores económicos de los respectivos caracteres.

- b) **Función de Beneficio.** Es una ecuación que describe el cambio en los ingresos económicos netos como función de una serie de parámetros físicos, biológicos y económicos. La principal deferencia con el método anterior es que el valor económico del carácter i se obtiene como la derivada parcial de la función respecto a dicho carácter evaluada a nivel del valor medio poblacional para cada uno de los caracteres. Este método previene la doble contabilización de beneficios por el uso de derivadas parciales. Además, debido a sus propiedades matemáticas, las funciones de beneficio facilitan las derivaciones teóricas de valores económicos y han sido ampliamente utilizadas por ese motivo.
- c) **Modelo bio-económico.** Sistema de ecuaciones que describen aspectos biológicos y económicos relevantes en el sistema de producción. Encontramos un ejemplo en Van Arendonk (1985) para ganado lechero.

2.2 Criterios de selección para ovinos laneros

Una vez definido el objetivo de cría se deben describir los criterios de selección, es decir las características a considerar en un animal para su selección o rechazo. También se debe definir el procedimiento por el cual se evalúan tales características. A mayor diseminación de los carneros y su progenie, mayor debe ser la exigencia en

calidad y mayor la precisión con que esa calidad es determinada. A continuación se describen los procedimientos y criterios de selección, desde los más elementales a los más avanzados.

2.2.1 Inspección visual

Ovejas

La fecha ideal de revisación de ovejas es previa al servicio, en la Patagonia los servicios son en otoño y las ovejas tienen 4 a 7 meses de lana, según fecha de esquila. Esto permite la formación de los lotes de servicio definitivo. Otro momento puede ser previo a la esquila, con el vellón completo. En esa fecha las ovejas pueden estar preñadas (esquila preparto) o con el cordero al pie (esquila tradicional o posparto), en ambos, es importante considerar el estado reproductivo ya que ovejas secas suelen estar en mucho mejor condición corporal que las preñadas o paridas.

Factores de descarte de ovejas son: dentadura gastada, problemas reproductivos (infertilidad, pezones cortados), lana fuera de tipo (chilla, finura extrema, color pronunciado, etc.) (Figura 1). En general no deberían mantenerse las ovejas por más de 5 servicios, pero el nivel de descarte de ovejas depende de la reposición de borregas disponible. Con señaladas menores al 60% prácticamente no queda margen para seleccionar borregas. En cambio con señaladas mayores al 70% y con un manejo adecuando, que permita a las borregas llegar en buenas condiciones a la esquila y al primer servicio habrá margen para el descarte de las borregas inferiores y un mejor refugio de madres.

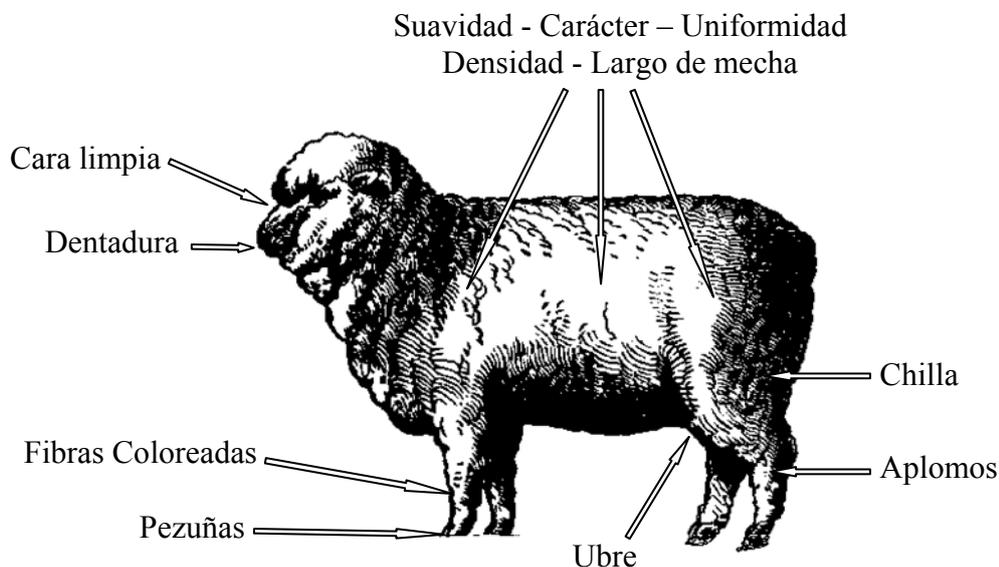


Figura 1. Aspectos a considerar en una inspección visual de ovinos de raza Merino.

Carneros

Nuevamente la fecha de inspección ideal es previa al servicio o previa a la esquila. En Patagonia las esquilas son en noviembre-enero (esquila tradicional) o septiembre (esquila preparto) y los servicios se realizan, según la zona, entre abril y junio. En el

primer caso (esquila tradicional) se puede hacer una primera inspección previa a la esquila que permite evaluar el vellón completo, y una segunda inspección previa al servicio que permite evaluar el desarrollo corporal y problemas de lana. En el segundo caso (esquila preparto), los carneritos tienen menos de 2 años de edad y suelen no alcanzar el desarrollo mínimo (en Merino aproximadamente 35 kg de peso corporal) para su evaluación. En ese caso se realiza una sola selección visual previa al servicio en el verano siguiente. La inspección visual se puede realizar junto a la revisión clínica y sanitaria. Los carneros que serán utilizados para inseminación requieren una evaluación de su capacidad reproductiva y calidad de semen.

De acuerdo a la presión de selección posible (la posibilidad de poder elegir más o menos animales), a los objetivos de mejora deseados y a lo observado en la inspección, se puede clasificar a cada animal en una de tres categorías de decreciente calidad: plantel, majada y descarte.

Si los animales tienen caravana, la inspección visual se puede organizar mediante una planilla, completando para cada característica con signos positivos (+), punto (.) o negativos (-) para denotar un animal superior, promedio o inferior, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Ejemplo de planilla de inspección visual.

Ident.	Cabeza	Suavidad	Carácter	Uniform.	Densidad	Mecha	Cuerpo	Pigment.	Categ.
3456	.	+	+	.	+	.	.	.	+
3367	.	+	+	+	-	-	.	.	.
3555	+	+	-	-

En Tabla 3 el animal 3456 fue clasificado en primera categoría (plantel) por su calidad de lana, en cambio el 3555 fue descartado por problemas de pigmentación, aunque tiene buen cuerpo y buena mecha.

En el caso de poseer mediciones objetivas de alguna de las características (peso corporal, finura, etc.), lo recomendable es basarse en éstas para la clasificación, ya que son más precisas que la apreciación visual y en todo caso dejar para observar en el animal sólo aquellas características no sujetas a medición.

Cabe mencionar aquí dos sistemas de selección visual de aplicación práctica y formal:

- 1) *Merino Puro (MP)*, propuesto por la Asociación Argentina de Criadores de Merino (AACM). El objetivo de la categoría de MP es el mejoramiento de las majadas generales. El programa exige superar el control visual de inspectores oficiales para su aprobación. El servicio de las madres MP debe realizarse con carneros de categorías superiores: Puros de Pedigree (PDP), Merino Puro Registrado Superior (MPRs) y/o carneros Merino Puro Registrado (MPR), ver inciso 2.2.2.
- 2) *MPM®*, propuesto en la Argentina por la empresa OVIS XXI. El sistema se basa en la selección visual de animales con piel fina y suelta y con fibras largas,

ordenadas en agrupaciones. Para detalles sobre estos criterios de selección se sugiere consultar el sitio web de OVIS XXI.

2.2.2 PROVINO Básico

Es la versión más simple del Servicio Nacional de Evaluación Genética de Reproductores Ovinos. Representa una ayuda para la selección estimando el mérito genético de reproductores mediante información individual objetiva de peso corporal, peso de vellón, finura de la lana y rendimiento al lavado. No requiere información genealógica. Permite la comparación de animales contemporáneos (mismo lote de edad, año, sexo, grupo de manejo). La precisión de estimación del mérito genético es aproximadamente del 60%. Dado que no considera aspectos no medidos, es necesario combinar la información PROVINO Básico con un trabajo de inspección visual para seleccionar animales.

Para utilizar el servicio PROVINO Básico el criador simplemente envía una muestra de lana junto al peso de vellón y el peso corporal de los candidatos a selección a alguno de los laboratorios de lana acreditados para análisis PROVINO (Bariloche, Rawson y Río Gallegos). Los animales deben tener más de 12 meses de edad, más de 6 meses de lana y deben haber sido manejados en conjunto. El laboratorio devolverá un informe con la siguiente información:

Carátula con información general. Presenta la información del productor, del lote y del laboratorio y un resumen del lote con información sobre la cantidad de animales, los promedios del lote y la variación entre animales para cada característica medida, Figura 2.

Planilla de resultados. Presenta los datos absolutos y los méritos genéticos (DEPs: desvíos esperados en la progenie e índices de selección) para cada animal. Lo hace en listas ordenadas por caravana y por índice de selección (Mueller 1985) (Figura 3).



INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
Laboratorio de Fibras Textiles
Bote Modesta Victoria 4450, Barrio Valle Verde
San Carlos de Bariloche (8400), Río Negro



Informe Provino Básico

Información del Productor		Información del Lote		Información del Laboratorio	
Contacto:	INTA EEA Bariloche	Raza:	MERINO	Número de Lote:	1506
Campo:	Campo Experimental PILCANIYEU	Sexo:	M	Código de laboratorio:	PO-011-C0
Ubicación campo:	RIO NEGRO	Edad:		Fecha informe:	
Domicilio postal:	CC 277, Bariloche (8400)	Grupo:	BGOS NUCLEO	Fecha recep. muestras:	19/09/2009
Tel-Fax:		Objetivo de mejora:	1	Fecha de esquila:	12/09/2009

Resumen del lote

Característica	Referencia	Unidad	Datos	Promedio	Desvío Estándar	Coef Var (%)	Rango CV Normal
Peso corporal	PC	kg	81	27.2	3.5	13	8-12
Peso de vellón sucio	PVS	kg	83	2.06	0.4	17	11-17
Rinde al lavado	RIN	%	83	72	3.9	5	4-10
Peso de vellón limpio	PVL	kg	83	1.48	0.3	17	12-18
Promedio de diámetros de fibra	PDF	mic	83	15.0	0.8	6	5-11
Coefficiente de variación del PDF	CVF	%	83	22	2.1	10	8-13
Factor de confort	FC	%	83	99.9	0.1	0	0-20
Largo de mecha	LM	mm	83	68	7.4	11	11-17
Resistencia a la tracción	RT	N/ktex	83	40.8	6.6	16	15-30

Figura 2. Carátula PROVINO Básico.

IDENT	PADRE	PVS	PCE	RIN	PVL	PDF	CVF	FC	LM	RT	deppce	deppv1	deppdf	Indice	Orden
8205		2.4	27.0	67	1.61	15.0	21	100	71	31	-0.1	0.04	0.0	103	32
8207		2.4	30.3	71	1.70	14.8	19	100	70	43	0.6	0.06	-0.1	109	16
8209		2.2	27.4	69	1.52	13.4	25	100	75	42	0.0	0.00	-0.8	116	4
8211		2.0	24.7	76	1.52	14.7	23	100	70	57	-0.5	0.02	-0.1	102	37
8215		2.7	25.8	61	1.64	16.3	24	100	68	41	-0.4	0.06	0.6	91	68
8217		2.3	31.0	67	1.54	14.1	23	100	68	40	0.8	0.00	-0.4	112	12
8219		2.5	28.2	68	1.69	14.6	23	100	68	49	0.1	0.06	-0.2	109	15
8221		2.3	23.5	73	1.68	14.5	22	100	77	51	-0.8	0.06	-0.2	106	23
8223		2.7	33.7	77	2.07	14.1	20	100	77	42	1.2	0.15	-0.4	126	1
8225		2.5	29.0	69	1.73	13.9	23	100	73	35	0.3	0.06	-0.5	117	2

Figura 3. Planilla de resultados.

Interpretación de los desvíos esperados en la progenie (DEPs) e índices. PROVINO procesa los datos de campo y laboratorio generando estimadores de mérito genético para las 3 características más importantes (PCE: peso corporal, PVL: peso de vellón limpio, y PDF: diámetros de fibra), el mérito genético se expresa como desvío esperado en la progenie (DEP) de un animal en particular en comparación con la progenie del conjunto de todos los animales evaluados. La DEP de un carnero es la diferencia que se espera observar entre los promedios de producción de su progenie y la de los hijos de otro carnero con una DEP igual a cero. Una DEP igual a cero es equivalente a un animal de producción promedio para esa característica. Del mismo

modo una DEP negativa significa que es un animal inferior al promedio y una positiva corresponde a un animal superior al promedio. Por ejemplo, si un Carnero A tiene una DEP para peso corporal de 0.6 y se aparea con un número suficiente de hembras, producirá progenies 0.8 kg más pesadas que un Carnero B con una DEP de -0.2 kg. El mismo concepto se aplica para el índice de selección, pero en este caso, a un animal promedio del lote le corresponde un valor de índice de 100, y en lugar de kg, se expresa en desvíos estándar*10, o sea, un animal 110 por ejemplo, es uno que se encuentra a un desvío estándar de la distribución normal del lote. El índice de selección es la suma de los DEPs para los 3 caracteres de interés, ponderados por su importancia económica según un objetivo de mejora determinado (ver inciso 2.1.3). Para la raza Merino se ofrecen 2 Objetivos: el Objetivo 1 supone un premio por finura del 10%, tiende a afinar el plantel por favorecer a animales finos, y el Objetivo 2 supone un premio del 2%, que tiende a mantener constante la finura y permite mayor progreso en peso de vellón.

Aparte del uso particular (dentro de establecimiento) de este servicio, también se utiliza dentro de programas más amplios de mejora como el programa *Merino Puro Registrado* de la AACM (se sugiere ver sitio web para más detalles). En la población de ovinos de raza Merino este programa establece dos categorías a las cuales pueden acceder los criadores interesados: Merino Puro Registrado (MPR) y Merino Puro Registrado Superior (MPRS). Ambas categorías exigen superar el control visual de inspectores oficiales para su aprobación y además exigen identificación individual y superar niveles mínimos de producción. Los machos serán tatuados y/o caravaneados por el inspector entre aquellos hijos de madres MPR que en planilla PROVINO Básico alcanzaron un índice de selección igual o superior a 100. Los machos con un índice menor, si a criterio del inspector lo ameritan podrán ser tatuados y/o caravaneados como Merino Puro (MP). Carneros MPRS son aquellos que lo ameriten según el inspector y que en planilla PROVINO Básico alcanzaron un índice de selección igual o superior a 120.

2.2.3 PROVINO Avanzado

Sirve para la evaluación genética de animales por el desempeño propio y/o por el desempeño de parientes. Permite comparaciones de animales no necesariamente contemporáneos (diferentes lotes, edades, años, campos, etc.) pero vinculados genéticamente. Esta vinculación ocurre principalmente por machos en común entre los lotes o grupos de contemporáneos. PROVINO Avanzado requiere conocer la genealogía de los animales a evaluar. Se aplica típicamente en planteles PDP y en pruebas de progenie, aunque actualmente se está difundiendo su uso entre productores multiplicadores de carneros. La precisión de la estimación del mérito genético en PROVINO Avanzado puede ser muy superior a la de PROVINO Básico. La precisión depende de los parientes con información pero es habitual tener precisiones del 86% (caso de un padre evaluado a través de 25 hijos medios hermanos).

Para utilizar este servicio el criador hace el mismo trabajo que para el PROVINO Básico. Registra el peso de vellón y peso corporal y envía una muestra para su análisis al laboratorio de lana. Esta vez debe agregar la genealogía, información

adicional sobre los animales (tipo de parto, fecha de nacimiento y/o grupo de manejo) y preferiblemente incluir a las borregas. PROVINO ofrece este servicio en forma personalizada, se estiman los DEPs e índices con un procedimiento estadístico que permite mayor precisión (Modelos Mixtos – Modelo Animal) y los resultados se emiten en forma de informe. PROVINO Avanzado permite evaluar el mérito genético de todos los animales presentes y pasados de un plantel y con ello visualizar el progreso genético dentro del plantel. Actualmente PROVINO Avanzado ha evolucionado a una evaluación poblacional en la que se evalúan todos los establecimientos participantes en conjunto y de una sola vez. Esta forma de evaluación fue posible gracias a las pruebas de progenie de Pilcaniyeu y Río Mayo que generaron las vinculaciones genéticas necesarias entre los establecimiento. La principal ventaja de las evaluaciones genéticas poblacionales es que todos los animales participantes son comparables entre si facilitando la identificación de los genotipos adecuados para las necesidades u objetivos del productor.

Modelos Mixtos para análisis genéticos

La aplicación de los modelos mixtos se ha vuelto una atractiva herramienta para la evaluación de animales dentro de programas de mejoramiento genético. La metodología consiste en un marco estadístico con propiedades estadísticas y genéticas justificables las cuales generan los más precisos valores de cría y no viciados por los efectos ambientales en los individuos analizados (BLUP). La calidad de las evaluaciones depende de:

1. Los datos (el registro de los grupos de manejo, la correcta identificación de los animales, asignación de parentesco y registros productivos).
2. El modelo estadístico.

La metodología BLUP tiene la propiedad de considerar la producción de los parientes para la estimación de un valor de cría más preciso. Por ello se torna necesario contar con la información de pedigree o parentesco entre los animales, incluso de aquellos que no son objeto de selección (ej. en nuestras producciones, típicamente las borregas, las cuales se utilizan aquí para tener una mejor estimación del valor de cría de los padres). Los modelos pueden extenderse para considerar efectos complicados de análisis como:

- *Razas diferentes*. Útil para evaluaciones “entre razas”.
- *Efectos maternos*. Importante para características carniceras medidas hasta el destete.
- *Caracteres correlacionados*. Útiles para mejorar la precisión entre caracteres o considerar selección indirecta (ej. peso al destete – peso al año).
- *Interacciones entre el genotipo y el ambiente*. Algunos machos pueden tener un desempeño distinto en diferentes ambientes, principalmente en características carniceras.
- *Varianzas heterogéneas*. Las diferencias dentro de una característica entre animales en un plantel podrían ser mucho más grandes que las mismas diferencias en otro plantel.

Existen otros factores que son difíciles de incluir en los modelos, por ejemplo, el tratamiento preferencial de algunos animales (hormonas, preparaciones para exposiciones, etc.), una enfermedad grave al momento de la medición, etc. Por ello

es necesario establecer reglas para saber cuando los registros son considerados “válidos”.

La forma general de un modelo mixto en notación matricial es la siguiente:

$$y = Xb + Zu + e$$

Donde,

y = vector de observaciones ($n \times 1$); n = número de registros

b = vector de los efectos fijos ($p \times 1$); p = número de niveles de los efectos fijos

u = vector de los efectos aleatorios de los animales ($q \times 1$); q = número de niveles para los efectos aleatorios

e = vector de efectos residuales aleatorios ($n \times 1$)

X = matriz de diseño de orden $n \times p$, que relaciona a los registros con los efectos fijos

Z = matriz de diseño de orden $n \times q$, que relaciona a los registros con los efectos aleatorios de los animales

Esta estructura es expandible en complejidad de muchas maneras. Por ejemplo, el vector u podría contener más efectos aleatorios (genéticos aditivos, genéticos maternos, ambiente permanente, ambiente materno, etc.).

Henderson (1975) presentó un modo de resolver las ecuaciones de modelos mixtos para estimar las soluciones para los efectos fijos (b) y para predecir las soluciones para los efectos aleatorios (u) simultáneamente. Se lo conoce como modelo animal y tiene la siguiente forma:

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

Donde,

A es la matriz de parentesco (Thompson, 1977)

α es $(1-h^2)/h^2$, y (h^2 =heredabilidad)

En la práctica, existen paquetes estadísticos específicos para análisis genéticos, algunos son libres para uso académico (WOMBAT, MTDFREML, BLUPF90) y otros son licenciados (ASREML).

2.3 Criterios de selección para ovinos carniceros

Como se mencionó previamente, en ovinos de doble propósito como Corriedale y Romney, interesan la lana y además la reproducción, el crecimiento y la calidad de res. En el caso de ovinos carniceros y prolíficos los criterios obviamente se concentran en esos caracteres. En estas razas, y a diferencia con las razas laneras, es importante contar con información reproductiva a través del control de nacimientos, examinación de madres (estado reproductivo por ubre, ecografía, etc.), crecimiento de corderos a través del peso corporal a diferentes fechas; y calidad de res a través de condición corporal, conformación, ecografía, etc.

En la Argentina muy pocos criadores utilizan métodos objetivos para la evaluación y selección de animales carniceros. Algunos criadores de Hampshire Down, Texel, Ideal, Dohne Merino, entre otros, aplican una metodología de registros que apunta al

mejoramiento genético de la habilidad materna y capacidad de crecimiento de los corderos. La metodología contempla el control de nacimiento con registro de fecha, tipo y peso al nacimiento (PCN) y luego 3 pesadas a partir del fin de la parición, espaciadas aproximadamente 30 días entre sí (PC1, PC2 y PC3). Tal que la primera coincide aproximadamente con la señalada y la última con el destete. En estos últimos años se han ido ajustando los procedimientos de PROVINO Avanzado para adaptarlos a este tipo de producciones y actualmente es posible contar con este servicio el cual se encuentra en continuo desarrollo.

Las nuevas investigaciones apuntan al desarrollo de objetivos de mejora específicos, a la incorporación de nuevas características a las evaluaciones como son las mediciones ecográficas de área y profundidad del ojo de bife y el espesor de la grasa dorsal, el contenido de HPG, características de la res y variables reproductivas.

2.4 Apareamiento de animales seleccionados

Seleccionados los animales sobre la base de los criterios indicados, corresponde diseñar su sistema de apareamientos. En general el apareamiento según mérito genético (lo mejor con lo mejor) es el que concentra los genes superiores en la progenie. Apareamientos correctivos (por ejemplo padres de lana fina con madres de lana fuerte y viceversa) permiten uniformar la progenie. La endogamia o apareamiento de parientes cercanos debe ser en lo posible evitada por su efecto pernicioso sobre la viabilidad y productividad de la progenie consanguínea. Cuanto más grande sea el plantel, menor será la ocurrencia de este efecto. Si el plantel participa de un esquema de evaluación y mejoramiento genético colectivo se requiere la utilización de carneros vinculantes, o sea, machos en común con alguno de los establecimientos participantes de la evaluación. Para ello la inseminación artificial (IA) juega un rol muy importante. Si el plantel es nuevo y pretende aprovechar el potencial de PROVINO Avanzado puede requerir apareamientos específicos.

3. Diseño de planes de mejoramiento genético para un productor de majada general

Conceptualmente hay dos estrategias de mejora para la majada general: mejorar los animales en la majada actual (mejoramiento fenotípico). Esto se logra a partir del descarte de ovejas inferiores, y es posible cuando existe una alta tasa de señalada y baja mortandad para que hayan suficientes borregas de reemplazo. Otra forma consiste en mejorar futuras generaciones de la majada actual (mejoramiento genético). Esto depende de la calidad genética de los animales, principalmente de los machos ya que cada macho deja mucho más progenie que una hembra.

Un productor con una majada general más bien chica, que desea comenzar un plan de mejora genética debe superar los siguientes pasos:

- Ajustar su manejo general logrando señaladas promedio superiores al 70-75%.

- Definir el objetivo de cría o tipo de animal a producir.
- Determinar criterios para selección o compra de animales en base al objetivo elegido.

El productor de majada general tiene por objetivo la producción comercial de carne y/o lana. Considerando que el mejoramiento genético es lento y acumulativo, el productor debe plantearse su objetivo a mediano plazo en base a las mismas características descriptas para un plantel: cantidad y/o valor de la lana y cantidad y/o valor de la carne.

Respondiendo al objetivo deseado, debe seleccionar los animales, conservando el criterio de que cuando más descendencia deja un animal, más importante es su calidad. De los procedimientos utilizados para planteles, la selección visual es suficiente para elegir las borregas de reemplazo, pero para la selección y compra de carneros es recomendable además analizar sus registros de producción individual (PROVINO Básico o Avanzado).

El productor de majada general podría producir sus propios carneros. Sin embargo, la práctica común de dejar enteros algunos corderos que a la señalada “aparentan” ser buenos candidatos no es eficaz para mejorar genéticamente, dado que no es posible detectar a esa edad los mejores animales. La producción de carneros propios es una opción interesante sólo cuando se persiguen objetivos de mejora muy específicos, cuando hay serias dificultades de acceder a carneros, o bien, cuando hay disconformidad con la calidad de carneros ofrecida por los planteles tradicionales del mercado. Para producir carneros es recomendable la conformación de un núcleo de selección, que implica costos y complicaciones de manejo importantes. En caso de formar un núcleo el productor se convertiría en un criador.

Ejemplo: establecimiento de un núcleo productor de carneros

Supongamos una majada general más bien grande (2000 ovejas). El número de carneros utilizados (al 4%) es de 80. Considerando una mortandad mínima y 3 años de servicio por carnero se requieren unos 30 carneros de reposición por año. Un núcleo con 72% de señalada y una presión de selección del 50% requiere al menos 167 ovejas. Para aumentar la presión de selección, evitar excesivo riesgo de consanguinidad y prevenir fluctuaciones en la tasa reproductiva se sugiere usar un número mayor de ovejas.

El tamaño del núcleo (número de madres a servicio) debe guardar relación con el número de carneros que se necesitan anualmente para uso propio y venta. Como regla general el núcleo debe tener aproximadamente un 8-10% del total de ovejas del campo y como mínimo unas 250 ovejas. En el caso de la majada con 2000 ovejas que requiere 30 carneritos por año y supongamos que no se introducen carneros de afuera ni se pretende vender carneros el tamaño del núcleo debe ser de 250 ovejas. Las ovejas fundadoras serán las mejores disponibles de las 2000. Inicialmente los carneros para el núcleo son comprados. El esquema de selección propuesto para esos reemplazos se presenta en la Figura 4.

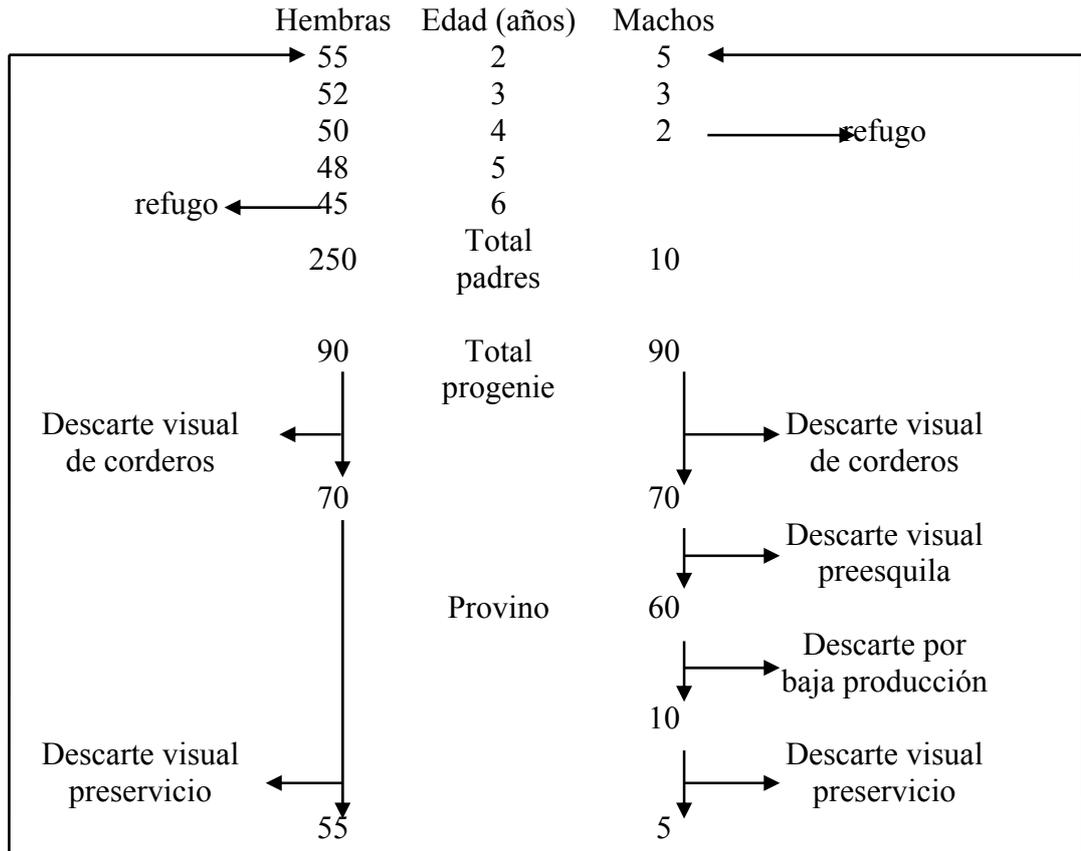


Figura 4. Dinámica de un núcleo de 250 madres.

El esquema prevé tres instancias de inspección visual, al destete, pre-esquila y pre-servicio, y un control de producción a la esquila. De los corderos nacidos se descartan los de parición tardía, con color o con otros defectos evidentes a esa edad. Previo a la esquila se inspeccionan las lanas para descartar animales con vellones fuera de tipo, faltos de calidad (densidad, suavidad, uniformidad, rizo, etc.). Ambas etapas de selección, incluyendo la mortandad de primer invierno no debieran superar un tercio del total de corderos logrados.

A la esquila se pesan los borregos y sus respectivos vellones y se envía una muestra de lana al laboratorio para determinación de finura y rinde al lavado. Previo al servicio se inspeccionan los carneros con mejores índices para elegir entre ellos a los reemplazos del núcleo. De los siguientes mejores índices se seleccionan los 30 carneros para la majada general.

Se observará que no se propone control de esquila para las borregas ya que el margen de selección posible no lo justifica. El esquema puede ser mejorado a costa de mayor complejidad. Por ejemplo registrar el peso de vellón sucio y peso corporal de borregas del núcleo y de la majada y elegir las mejores para reposición del núcleo. Otra complejidad es la compra de carneros externos de probada superioridad. Es recomendable monitorear la performance de la progenie de estos carneros para poder concluir sobre la superioridad de la compra y la eventual implementación de un programa de inseminación.

3.1 Criterios para la compra de carneros mejoradores

Recordando que el mérito genético de los carneros a comprar está enmascarado por el ambiente en el que son criados y que dicho efecto ambiental puede ser muy importante, la tarea de elección de carneros no resulta fácil. Si bien no hay recetas para la elección del plantel proveedor de carneros, se pueden emplear algunos indicadores.

Elegir planteles de prestigio y con muchas ovejas. La progenie de un individuo tiende a parecerse al promedio del lote en que nació, entonces si los animales de un plantel son en promedio considerados buenos, tenemos un buen motivo para elegirlo como proveedor. A mayor tamaño de plantel, mayor progreso genético, ya que hay mayor probabilidad de manifestarse combinaciones excepcionales de caracteres deseables.

Elegir planteles que persigan objetivos de cría similares. Es mejor comprar carneros en campos que persigan objetivos de cría similares a los nuestros por el mismo motivo que lo planteado en el inciso anterior. Por otro lado, la compra de animales distintos al tipo habitual (otra cabaña o multiplicador con objetivos distintos) puede resultar en progenie no deseada.

Elegir planteles que sigan a un plan de mejora eficiente y prolongado. La eficiencia del plan de mejora de un plantel se puede inferir a través de su trabajo (introducción y evaluación de padres, selección de madres, ventas en relación a producción, calidad de la clasificación visual, uso de mediciones objetivas, etc.). A su vez un plan de mejora con varios años de aplicación permitirá una mejor fijación de características favorables en los animales. Ejemplo de programas son los de la AACM y los de la Ley Ovina Río Negro.

Se debe seleccionar el carnero entre los ofrecidos. Obviamente el carnero debe ser sano, libre de taras y estar en un estado de acuerdo al trabajo que debe realizar. Si va a ser usado en IA debe saltar adecuadamente y dar buena calidad de semen. El productor debe tener claridad en el tipo de animal buscado y en lo posible comprar animales superiores al promedio del lote. Si el proveedor posee sus animales evaluados, es recomendable aprovechar esa información, sea por una evaluación fenotípica visual, o evaluaciones genéticas PROVINO (Básico o Avanzado). La situación ideal es elegir el carnero a comprar observándolo y analizando sus registros de producción en planillas PROVINO.

Elegir carneros jóvenes. En teoría un animal joven es producto de más años de selección en el plantel, pero también puede no haber expresado su verdadero valor genético. Si un animal joven tiene un buen desarrollo, podemos suponer que es suficientemente maduro para expresar su calidad genética. A veces animales mayores son sometidos a sucesivas inspecciones y tienen mayor selección que uno menor, además animales mayores ya dejaron progenie que en algunos casos (PROVINO Avanzado) permite evaluar con mayor exactitud su mérito genético.

3.2 Uso de los carneros comprados

Si los carneros comprados son jóvenes y buenos se pueden usar varios años. Para saber si son realmente “buenos” es necesario conocer la progenie de esos carneros. El fenotipo de los corderos nacidos depende de los padres comprados y de las condiciones ambientales. En el corto plazo, las fluctuaciones del ambiente (forraje, manejo) suelen ser mucho más grandes que los efectos de la compra de carneros. Hay, sin embargo, caracteres independientes del ambiente como las taras (defectos, pigmentaciones, lana en la cara, etc.) si aparecen estos problemas luego de la introducción de carneros habrá que reemplazarlos. Si en cambio la progenie resulta positiva, se justifica el reemplazo con nuevos carneros del mismo proveedor. El productor reemplazará ovejas viejas con las mejores borregas. Si el campo lo permite podrá clasificar las mejores ovejas y asignar carneros mejores, tal que en el lote de borregas nacidas se concentren genes superiores que podrá usar como reemplazo. Majadas generales raramente tienen la infraestructura necesaria para ello.

4. Implementación de planes de mejoramiento genético

A nivel productivo, la implementación de un plan de mejoramiento genético sólo será efectiva cuando el manejo, la alimentación, la sanidad y la reproducción de los animales se encuentren en correcto funcionamiento. Por otro lado, un plan de mejora debe ser flexible y susceptible de ser revisado periódicamente. Para ello debería contemplar el establecimiento y la consolidación de un ámbito de discusión permanente. La experiencia indica que en tal ámbito deben participar los responsables directos del mejoramiento genético (criadores, centros de inseminación, etc.) como así también especialistas en el tema (genetistas, instituciones de investigación, extensión y docencia, etc.) aparte de los correspondientes funcionarios.

La implementación demanda además, no sólo conocimientos técnicos sino también una logística de desarrollo y aplicación. Es común que surjan problemas no contemplados en el diseño y que existan discusiones a la hora de la demarcación de responsabilidades. Estas últimas generalmente ocurren durante el proceso de registro de la información, por ello es necesario un protocolo preciso de organización entre los actores implicados. En algunos países este ordenamiento se define y reglamenta en leyes o decretos pero también puede estar contenido en compromisos formales o informales de los involucrados. En muchos casos son los organismos oficiales (ministerios o secretarías de agricultura) los que tienen la responsabilidad general de la organización del mejoramiento genético en un país. Por ejemplo la Ley de Ganadería francesa define derechos y obligaciones de todos los involucrados (instituciones, asociaciones, departamentos regionales, etc.). En otros casos (como con los ovinos en Argentina) son las asociaciones de criadores u otras instituciones públicas o privadas que individualmente o en convenio conducen los programas de mejoramiento.

Ejemplo de ello son:

- Los programas Merino Puro y Merino Puro Registrado de la AACM (ver Inciso 2.2.1 y 2.2.2).
- El Programa Provincial de Mejora Genética Ovina conducido por la Ley Ovina de Río Negro. Este programa posee estrategias de intervención definidas para cada estrato de productores (Cabañas, Multiplicadores y Majadas Comerciales) con ciertos requisitos y delegación formal de responsabilidades.
- Acuerdos entre INTA y cabañas de referencia para la realización de evaluaciones genéticas (PROVINO Avanzado). Principalmente para razas que no cuentan con acceso a programas más amplios de mejoramiento genético pero tienen capacidad para el desarrollo de un plan predial.

La estrategia utilizada por el INTA para la transferencia de tecnología de mejoramiento ovino en la Argentina se basó en la formación de núcleos abiertos y selección masal basada en mediciones objetivas. En una segunda etapa se apuntó a las cabañas. Con el criterio de que la diseminación de un carnero debe ser proporcional a su mérito genético y a la precisión con que ese mérito es medido, se enfatiza la importancia de las pruebas de progenie. En una tercera etapa se posibilitó la evaluación genética poblacional de Merino que potenció toda la información que surge de ella al servicio del criador. Estos planes se implementaron inicialmente en la Argentina con escasos recursos y limitada información económica y genética. El diseño de planes eficientes exige principalmente definir características de importancia económica y sus valores económicos relativos, además requiere conocer los correspondientes parámetros genéticos de la población a mejorar. En la Argentina esta información está en continuo desarrollo y la mayor información fue generada para las razas de mayor difusión. A nivel de extensión, y con los pequeños productores, la difusión de los planes de mejora tiene un actor clave que es el técnico de terreno el cual debe ser capaz de explicar a los productores la forma de poder acceder a un plan de mejora determinado acorde a su tipo de producción, sus necesidades e infraestructura. Además debería ejercitar al productor en la interpretación de la información en caso de poder acceder a información objetiva de los reproductores y capacitarlo en técnicas básicas de selección.

Referencias

- Atkins KD. 1997. Genetic improvement of wool production. En Piper L y Ruvinsky A (Eds) The genetics of sheep. CAB International, p 471-504.
- Banks RG. 1997. Genetics of lamb production. En Piper L y Ruvinsky A (Eds) The genetics of sheep. CAB International, p 505-522.
- Gibson J. 2005. Breeding objectives. Animal Breeding Summer Course. University of New England, Armidale, NSW Australia. 7-18 February. http://www-personal.une.edu.au/~jvanderw/Ch1_Breeding_Objectives.pdf (Cons: 10/8/2010)

- Henderson CR. 1975. Best Linear Unbiased Estimation and Prediction under a Selection Model. *Biometrics* 31: 423-447.
- Mueller JP. 1985. Implementación de planes de mejoramiento genético ovino. I. Objetivos de mejoramiento y criterios de selección. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 6.
- Thompson R. 1977. The estimation of heritability with unbalanced data. II. Data available on more than two generations. *Biometrics* 33: 497–504.
- Van Arendonk JAM. 1985. A model to estimate the performance, revenues and costs of dairy cows under different production and price situations. *Agric. Systems* 16: 157-189.

Progreso genético y evaluación económica de programas de mejora genética

Joaquín Mueller

Parte 1: Progreso genético

Introducción

Progreso genético es el cambio en el mérito genético de una población en un tiempo determinado. En términos algo simplificados el cambio en el mérito genético se debe al cambio en la frecuencia de genes que afectan a una característica de interés debido a la selección artificial. Es una definición simplificada porque también puede haber cambios no aditivos, dados por combinación de genes, y no debidos a la selección artificial, sino por mutaciones, selección natural y el azar. A los fines de este texto nos vamos a referir siempre al modelo aditivo de herencia y a la selección artificial. Al hablar de “mérito genético” también vamos a usar la expresión equivalente de “valor de cría” que a su vez es el doble de la “diferencia esperada en la progenie” o DEP. Al hablar de tiempo vamos a referirnos a “generaciones” o a “años”, entendiendo siempre que la generación se mide como la edad promedio de los padres al nacimiento de sus hijos.

Cálculo de progreso genético logrado

Podemos calcular el progreso genético de un programa de mejora en curso o de un plan de mejora proyectado. Veamos primero los métodos para calcular el progreso en un programa en curso o finalizado. Es tentador pretender usar el valor fenotípico de una camada de padres seleccionados y compararla con el valor fenotípico de una camada de padres no seleccionada, o con la situación inicial, como medición de progreso genético por selección. El problema de esa comparación es que no podemos aislar el efecto ambiental que le tocó a cada camada. Si tuviésemos varios años de datos previos al programa de selección y varios años de datos de camadas seleccionadas y asumimos que el promedio ambiental se ha mantenido, podemos tener un indicador de progreso por diferencia entre el promedio de ambos grupos. Es fácil de imaginar el tiempo que ello toma y la cantidad de supuestos que hay que aceptar.

El progreso genético se puede medir mejor comparando la majada seleccionada con un lote no seleccionado o testigo manejado en conjunto. La majada testigo debe tener un tamaño efectivo suficiente para evitar deriva génica y consanguinidad. El mantenimiento de una majada testigo es muy costoso y solo se justifica experimentalmente. En la Tabla 1 se presenta el ejemplo de una majada que en 1984 fue dividida en un núcleo sujeto a selección y un testigo cuyos reemplazos son al azar de su propia progenie.

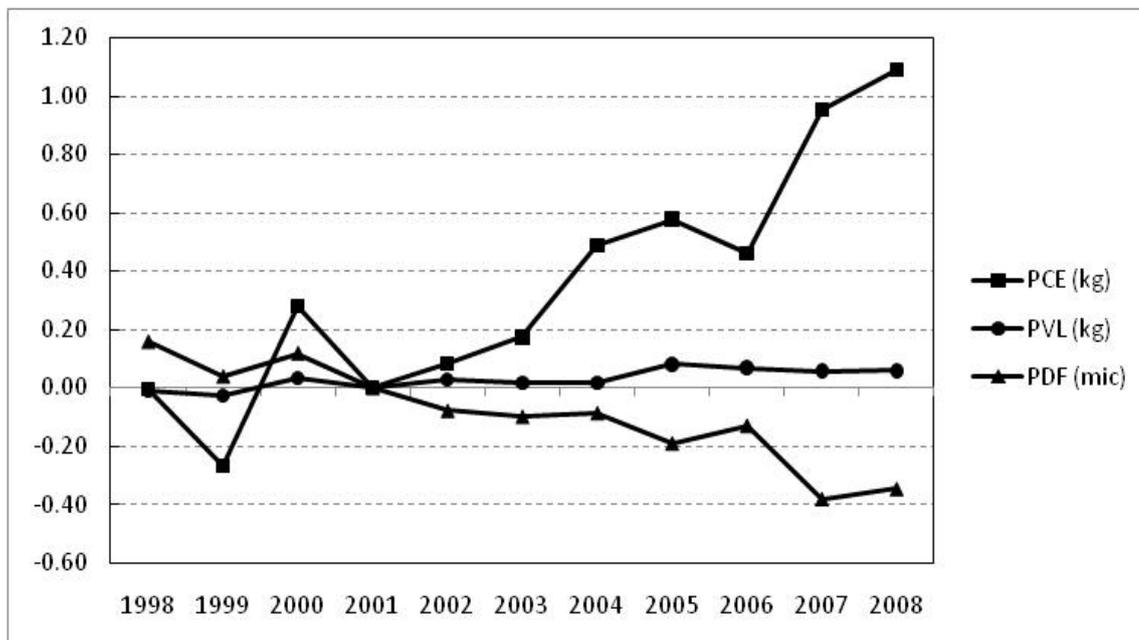
Otra forma de evaluar progreso sería con semen de padres usados antes del programa de mejora y hacer una prueba de progenie con ese semen *versus* el semen de padres actuales. Para evitar un efecto “padre” deberíamos utilizar semen de varios padres de ambas épocas en ese ensayo. Aparte del muestreo de padres este método también tiene el inconveniente de que estima solo la mitad de la diferencia genética entre ambos periodos ya que la mitad de genes son maternos y las madres son iguales para ambos grupos de progenie.

Tabla 1. Progreso genético estimado como diferencia entre una majada con mejoramiento genético y una majada testigo contemporánea.

Majada	Esquila	n	PCE (kg)	PVS (kg)	RIN (%)	PVL (kg)	PDF (mic)	CVF (%)	FC (%)	LM (mm)	RT (N/k)
Núcleo	2009	326	42.3	3.96	64.2	2.54	17.5	22.9	98.9	89.6	34.0
Testigo	2009	207	37.1	3.18	65.8	2.09	21.8	21.0	95.3	87.0	29.6
Diferencia			5.2	0.78	-1.6	0.45	-4.3	1.9	3.6	2.6	4.4

Siglas: PCE peso corporal a la esquila, PVS peso vellón sucio, RIN rinde al lavado, PVL peso vellón limpio, PDF promedio diámetro de fibras, CVF coeficiente de variación del PDF, FC factor de confort, LM largo de mecha, RT resistencia a la tracción. Fuente: INTA Pilcaniyeu (Mueller 2010, sin publicar).

El método puede ser extendido a la comparación de camadas de hijos de padres de mayor edad con camadas de hijos de padres de menor edad, tal que, igual que en el caso anterior la diferencia entre camadas de padres de diferente edad estima la mitad del progreso genético entre esas edades. El principio puede ser extendido a hijos de madres de diferente edad. Visto de otra forma podemos calcular la regresión del merito genético promedio de camadas sobre año y obtener una tasa de progreso genético. Este método de estimación de progreso es un subproducto de las evaluaciones genéticas BLUP como Provino Avanzado. Un ejemplo se presenta en la Figura 1. Para otros ejemplos de progreso genético logrado ver Mueller y Bidinost (2005).



Fuente: Provino Avanzado (Mueller 2010, sin publicar).

Figura 1. Progreso genético en población Merino estimado como promedio de mérito genético de animales esquilados en diferentes años (ajustado a 2001 = 0).

Cálculo de progreso genético esperado

Predecir el progreso genético es importante para el diseño de programas de mejora y para su evaluación económica. Veamos como predecir progreso genético desde el caso más sencillo a casos más complejos.

Es obvio que si no hay selección de padres entonces la progenie tendrá en promedio los mismos genes que la camada de sus padres por lo que en ese caso no hay progreso genético. Ahora, si los padres fueron seleccionados, es decir tienen un valor fenotípico diferente al promedio de su propia camada entonces algún cambio debería reflejarse en la progenie si la característica en cuestión es heredable. Si graficamos los valores fenotípicos de la progenie de diferentes padres veremos que en general padres de bajo valor tendrán hijos de bajo valor y padres de alto valor tendrán hijos de alto valor. Una regresión de hijos sobre padres nos indicará el cambio en la progenie por unidad de cambio en los padres. La diferencia fenotípica de un determinado grupo de padres seleccionados (X_i) respecto al fenotipo promedio (X) de su camada sin seleccionar, se denomina diferencial de selección y la regresión que mencionamos anteriormente es lo que los genetistas denominan la heredabilidad (h^2) de la característica (con algunos supuestos que no vienen al caso). Por ejemplo, supongamos que los padres seleccionados tienen en promedio 4.6 kg de peso de vellón y el promedio del lote sin seleccionar es 4 kg entonces el diferencial de selección es 0.6 kg. Si además la heredabilidad del peso de vellón es 0.4, entonces una primera predicción del valor medio de los hijos de los padres seleccionados, o sea del progreso genético (G) esperado usando esos padres es

$$G = (X_i - X) h^2 = (4.6 \text{ kg} - 4 \text{ kg}) 0.4 = 0.24 \text{ kg}.$$

Diferentes características pueden tener diferentes heredabilidades. La Tabla 2 presenta valores típicos para la raza Merino. Afortunadamente las heredabilidades suelen ser robustas a la extrapolación a otras razas.

Tabla 2. Estimación de heredabilidad (h^2) en caracteres de la raza Merino.

Carácter	h^2	Carácter	h^2
Peso de vellón sucio	0.30-0.45	Fertilidad	0.06-0.08
Peso de vellón limpio	0.28-0.45	Tamaño de camada	0.10-0.13
Rendimiento al lavado	0.50-0.65	Sobrevivencia al destete (individ)	0.01-0.28
Resistencia a la tracción	0.40-0.50	Sobrevivencia al destete (madre)	0.03-0.14
Diámetro medio	0.37-0.57	Corderos nacidos/oveja servida	0.03-0.20
CV diámetro medio	0.40-0.50	Corderos destetado/oveja servida	0.03-0.15
Peso al nacimiento	0.05-0.23	Producción de leche	0.10-0.54
Peso al destete	0.20-0.25	Profundidad subcutánea de grasa	0.20-0.30
Peso 12 meses	0.30-0.60	Profundidad de ojo de bife	0.25-0.30
Peso 14 meses	0.35-0.60	Conteo de huevos de parásitos	0.20-0.40

Fuente: Greeff *et al.* (2010).

El diferencial de selección se suele expresar en unidades de desvío estándar de la característica tal que $(X_i - X) = iS$, donde S es el desvío estándar de la característica e i es el número de desvíos estándar (o intensidad de selección) medida en una curva de distribución Normal con promedio 0 y desvío estándar 1. La ventaja de expresar los diferenciales de selección en unidades de desvío estándar está en que podemos usar las propiedades de la curva Normal para calcular i como función de la proporción (q) de animales seleccionados tal que $i = s(q)$. Valores de $s(q)$ se pueden calcular usando formulas que describen la curva Normal. Un pequeño listado de valores se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Diferenciales de selección (i) según proporción seleccionada (q).

q	i	q	i
0.01	2.67	0.6	0.64
0.05	2.06	0.7	0.50
0.1	1.75	0.8	0.35
0.2	1.40	0.9	0.19
0.3	1.16	0.95	0.11
0.4	0.97	0.99	0.03
0.5	0.80	1.00	0.00

Fuente: Cálculos propios en base a propiedades de Curva de Gauss.

Si el desvío estándar del peso de vellón es 0.56 kg y si la proporción seleccionada es del 35% ($i = 1.06$), entonces

$$G = iSh^2 = 1.06 \cdot 0.56 \cdot 0.4 = 0.24 \text{ kg.}$$

Ahora bien, los genes de una progenie provienen de padres y madres que pueden haber tenido un diferencial de selección distinto, típicamente alto para padres (i_M) y bajo para madres (i_F). Por ejemplo si se selecciona el 10% de padres y el 80% de madres para reemplazo entonces $i_M = s(0.1) = 1.75$ e $i_F = s(0.8) = 0.35$ tal que

$$G = \frac{1}{2} (i_M + i_F)Sh^2 = \frac{1}{2} (1.75 + 0.35) \cdot 0.56 \cdot 0.4 = 0.24 \text{ kg.}$$

Se habrá observado que los 3 ejemplos elegidos para calcular G arrojan resultados iguales (0.24 kg), esto fue intencional para demostrar que estamos ante ejemplos realistas. Ahora bien, este progreso es de padres a hijos, es decir es generacional. Para llevar ese progreso a un valor anual debemos dividir por el tiempo que dura una generación. Como se mencionó en la introducción el intervalo generacional L es la edad promedio de los padres al nacimiento de su progenie. En ovinos sería la edad que tienen carneros y ovejas al parto. Por ejemplo si tenemos 5 categorías de edad de madres y 3 categorías de padres, y si la primera progenie nace cuando los progenitores cumplen 2 años, entonces la edad promedio será

$$L = \frac{1}{2} ((2+3+4+5+6)/5 + (2+3+4)/3) = 3.5 \text{ años.}$$

Aquí se asume igual número de animales en cada categoría, si no fuera así simplemente habría que ponderar las edades con la proporción de animales en cada una. Entonces el progreso genético anual será

$$G = \frac{1}{2} (i_M + i_F)Sh^2 / L = 0.24 / 3.5 = 0.07 \text{ kg / año.}$$

Es decir 0.7 kg en 10 años o $0.7 / 4 = 17.5\%$ mayor peso de vellón en 10 años.

El lector interesado en los aspectos básicos del progreso genético en planes de mejora puede obviar los capítulos siguientes y saltar directamente al tema de evaluación económica de programas de mejora.

Progreso genético en una población de estructura convencional

Veamos cómo se disemina el progreso genético en una población que consta de criadores que venden machos a multiplicadores y estos a productores comerciales. Es decir la típica estructura piramidal convencional con planteles PDP y núcleos multiplicadores. En estos sistemas, luego de unas pocas generaciones iniciales, la tasa de progreso genético se estabiliza y se igualan las tasas de progreso de los tres estratos pero habrá un retraso en la transmisión del mejoramiento entre estratos. Bichard (1971) demostró que si los padres utilizados son promedio del núcleo y las madres utilizadas son promedio del multiplicador entonces el retraso (A) del

multiplicador respecto al núcleo es equivalente a dos generaciones de mejoramiento, tal que

$$A = 2LG.$$

En términos de años de mejoramiento el retraso será A/G . Si los machos del núcleo o si las hembras del multiplicador son mejores al promedio de sus lotes entonces el retraso se acorta a menos de dos generaciones de mejoramiento. Por ejemplo si los machos del núcleo tienen un diferencial de selección de D_{NM} (para simplificar usamos D en lugar de iSh^2), por encima del promedio del núcleo al momento de su nacimiento y si las hembras del multiplicador tienen un diferencial D_F entonces James (1977) mostró que

$$A = 2LG - D_{NM} - D_F.$$

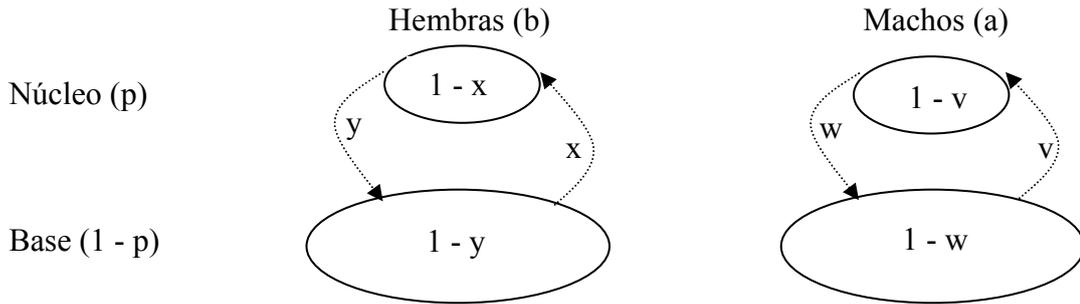
Ahora, un multiplicador puede pretender usar algunos de sus propios machos en adición a los del núcleo, a los fines de reducir costos o pensando que sus mejores machos superan a los introducidos. James (1977) mostró que si la proporción de machos propios es $1-w$ (tal que la proporción de machos provenientes del núcleo es w) y su diferencial de selección es D_M entonces el retraso se convierte en

$$A = (2LG - wD_{NM} - (1-w)D_M - D_F)/w.$$

Si no hay progreso en el núcleo ($G = 0$) entonces el retraso se reduce a la mitad en cada generación hasta que los valores de cría en el núcleo y en el multiplicador se igualan. Obviamente si el multiplicador logra un progreso mayor sin la introducción de machos del núcleo ($w = 0$) entonces debe buscar a otro proveedor de machos que tenga una tasa de progreso mayor. Si conocemos los diferenciales de selección en ambos estratos podemos calcular proporciones óptimas de machos propios e introducidos (w).

Progreso genético en sistemas de núcleo abierto

En el punto anterior vimos una estructura en la cual los genes solo bajan, es decir que el núcleo es cerrado a la entrada de animales, algo típico en los planteles puros de pedigrí (PDP) de la mayoría de las razas. Por otro lado también existen casos o programas de mejora que permiten la subida de animales. Estos sistemas se denominan de “núcleo abierto” y sus características teóricas fueron descriptas por James (1977) y Mueller y James (1984a). Supongamos que todos los flujos genéticos entre núcleo y multiplicador (que ahora denominaremos “base”) son posibles. Aparte de w , la fracción de machos en la base que nacieron en el núcleo, le agregamos una fracción y , de hembras que nacieron en el núcleo y que forman parte de la base. También suponemos que puede haber una fracción v de machos y una fracción x de hembras nacidas en la base y que suben al núcleo (ver estas definiciones en forma gráfica en la Figura 2).



Fuente: Mueller y James (1983).

Figura 2. Descripción esquemática de las transferencias de animales en un sistema de núcleo abierto. Se incluye la proporción de hembras en el núcleo (p) y la presión de selección en hembras (b) y machos (a).

Entonces si L_N y L_B son los intervalos generacionales en el núcleo y en la base, la tasa de progreso genético anual y el retraso genético son

$$G = (gC_N + (1 - g)C_B)/(gL_N + (1 - g)L_B).$$

$$A = 2(L_B G - C_B)/(w + y),$$

donde g es la fracción de todos los flujos de genes desde el núcleo a la base es decir

$$g = (w + y)/(w + y + v + x).$$

Tanto el núcleo como la base (primer subíndice N o B) contribuyen machos y hembras (segundo subíndice M o F) a los diferenciales del núcleo o a la base (tercer subíndice N o B). Por ejemplo D_{NMN} es el diferencial genético de machos del núcleo para el núcleo y D_{NFB} es el diferencial genético de hembras del núcleo para la base, etc. Esos diferenciales se ponderan con las respectivas proporciones de animales transferidos tal que los diferenciales de selección totales para el núcleo y para la base se calculan como

$$C_N = \frac{1}{2} ((1 - v)D_{NMN} + vD_{BMN} + (1 - x)D_{NFN} + xD_{BFN}).$$

$$C_B = \frac{1}{2} ((1 - w)D_{BMB} + wD_{NMB} + (1 - y)D_{BFB} + yD_{NFB}).$$

Es fácil de ver que si no hay flujo ascendente ($v = 0$ y $x = 0$) entonces obtenemos la ecuación de progreso mencionada para un sistema cerrado

$$G = \frac{1}{2} (D_{NMN} + D_{NFN})/L_N.$$

También vemos que si solo hay flujo descendente ($g = 1$) de animales promedio entonces también obtenemos el resultado mencionado al principio de que en sistemas piramidales el retraso de la base respecto al núcleo es dos generaciones de mejora genética o $A = 2L_B G$.

Para calcular esos diferenciales en forma genérica Mueller y James (1983) desarrollaron ecuaciones definiendo a p como la proporción de la población en el núcleo (entonces 1-p es la proporción en la base) y definiendo a y b como las proporciones totales de machos y hembras a seleccionar. Entonces las proporciones de hembras seleccionadas para los diferentes destinos son las siguientes

$$q_{NFN} = b(1-x), q_{BFN} = bxp/(1-p), q_{NFB} = by(1-p)/p, q_{BFB} = b(1-y).$$

Definiendo además

$$q_{NFT} = q_{NFN} + q_{NFB}, q_{BFT} = q_{BFN} + q_{BFB}.$$

Entonces los diferenciales de selección para hembras son los siguientes

$$D_{NFN} = s(q_{NFN})Sh^2, D_{BFN} = s(q_{BFN})Sh^2, \\ D_{NFB} = (q_{NFT} s(q_{NFT}) - q_{NFN} D_{NFN})Sh^2/q_{NFB}, D_{BFB} = (q_{BFT} s(q_{BFT}) - q_{BFN} D_{BFN})Sh^2/q_{BFB}.$$

Para obtener los diferenciales para machos simplemente se reemplaza la F con M, la b con a y las tasas de transferencia x y con v w en los diferenciales para hembras.

Es importante notar que Sh^2 no necesariamente es único para todos los grupos de animales. Es decir que es posible usar estas fórmulas para calcular progreso genético y retrasos cuando hay diferentes exactitudes de selección en los diferentes sexos y estratos. Simplemente se usan los valores de Sh^2 que correspondan en las fórmulas de diferencial de selección (D). Por ejemplo es posible que se mida peso de vellón sucio en hembras y peso de vellón limpio en machos entonces tanto S como h^2 son diferentes. En términos más generales podemos hablar de diferentes índices de selección (I) en ese caso en lugar de Sh^2 se pueden usar los desvíos estándar de los índices de selección (S_i) usados en cada grupo de animales, ya que se puede demostrar que Sh^2 para una característica equivale a S_i para un índice de selección si este fue calculado sin cambiar de escala. Si es así, la respuesta a la selección se presenta en unidades económicas (\$).

Progreso genético en esquemas grupales de mejora genética

Las fórmulas para predecir progreso genético en un núcleo abierto pueden ser extendidas a sistemas grupales donde la base del sistema está compuesta por majadas individuales tal que la i-ésima majada participante se identifica con el subíndice i y \sum se refiere a la sumatoria de todas las majadas participantes (Mueller y James 1984a).

Entonces el diferencial genético y el intervalo generacional para el núcleo es

$$C_N = [(1 - \sum v_i) D_{NMN} + \sum v_i D_{BMNi} + (1 - \sum x_i) D_{NFN} + \sum x_i D_{BFNi}] / 2.$$

$$L_N = [(1 - \sum v_i) L_{NMN} + \sum v_i L_{BMNi} + (1 - \sum x_i) L_{NFN} + \sum x_i L_{BFNi}] / 2.$$

Los valores correspondientes al i-ésimo participante son

$$C_{Bi} = \frac{1}{2} [(1 - w_i) D_{BMBi} + w_i D_{NMBi} + (1 - y_i) D_{BFBi} + y_i D_{NFBi}].$$

$$L_{Bi} = \frac{1}{2} [(1 - w_i) L_{BMBi} + w_i L_{NMBi} + (1 - y_i) L_{BFBi} + y_i L_{NFBi}].$$

La tasa de progreso genético y el retraso genético de la i-ésima majada serán

$$G = (C_N + \sum((1 - g_i) C_{Bi} / g_i)) / (L_N + \sum((1 - g_i) L_{Bi} / g_i)).$$

$$A_i = 2 (L_{Bi}G - C_{Bi}) / (w_i + y_i) \text{ o } A_i/G \text{ años.}$$

Optimización de sistemas de núcleo abierto

Optimizar se refiere a encontrar el tamaño del núcleo (p) y las tasas de transferencia de animales (v w x y) que maximizan el progreso genético. Ese tamaño y esas transferencias se pueden encontrar por prueba y error usando las fórmulas anteriores y aplicando el principio de que los puntos de truncación de los valores genéticos esperados de los grupos contribuyentes deben coincidir (Hopkins y James, 1978). En otras palabras: que no se use un animal con mérito genético inferior si existe uno mejor en otro estrato.

La optimización de las tasas de transferencia en sistemas grupales es muy laboriosa porque muchos puntos de truncación deben ser igualados simultáneamente. Si las majadas participantes son similares en mérito genético, exactitud de selección y composición de edades, entonces el conjunto de las majadas podría ser tratado como una base única sin mayor pérdida de precisión. Diferencias iniciales en mérito genético irán desapareciendo en pocos años. Si hay diferencias de exactitud o de composición importantes, las transferencias al núcleo deben ser mayores desde las majadas más eficientes.

En el caso en que todos los animales son seleccionados en base al mismo criterio, y que el intervalo generacional es el mismo en el núcleo y la base, James (1977) encontró que el diseño óptimo para un rango de condiciones es tener un 10% de la población en el núcleo (p = 0.1) y que la mitad de los reemplazos del núcleo provengan de la base (x = 0.5). En ese caso el progreso genético del sistema será 10-15% superior a lo que lograría un núcleo cerrado o sistema piramidal convencional. El efecto de usar hembras sobrantes del núcleo en la base es insignificante (y = 0) y

raramente se justifica usar machos de la base en el núcleo o en la base ($v = 0$, $w = 1$). Afortunadamente la estructura óptima es flexible para un rango de estos valores.

Algunas situaciones que modifican esta regla general son las siguientes:

- Con un intervalo generacional más corto en el núcleo, el progreso genético es mayor pero el retraso aumenta y menos hembras califican para ascender (Hopkins 1978).
- Si la exactitud de selección es mayor en el núcleo que en la base entonces menos hembras de la base deben ser incorporadas al núcleo (Mueller 1984).
- Si se agrega una etapa de selección en la base, por ejemplo si en una primera etapa se selecciona una proporción de hembras en base a peso de vellón sucio y luego a estas se le extrae muestra de lana para finura entonces la proporción de hembras que deben subir es mayor (Mueller y James 1984a).
- Si la tasa reproductiva es baja entonces más hembras de la base deben subir. Si la tasa es alta el núcleo puede ser más chico.
- Para el caso en que se establece un núcleo para producir machos jóvenes a los cuales se les hace una prueba de progenie en la base el tema es ver si el aumento en exactitud de selección compensa el mayor intervalo generacional (Mueller y James 1984b).

Comentario general sobre sistemas de núcleo y sus alternativas

En principio sistemas de pruebas de progenie como los que se aplican en lechería pueden considerarse sistemas de núcleo abierto ya que en ellos hay vacas y toros probados que producen toritos, es decir conforman un núcleo, y una población general o base en la cual se prueban los toritos y en la cual puede haber madres de padres, es decir que el núcleo es abierto aunque disperso. Lo que ocurre en estos sistemas es que el uso de la IA y las estimaciones BLUP de los meritos genéticos de animales en diferentes rodeos permite seleccionar directamente entre rodeos. Es el caso también de la evaluación poblacional Merino con Provino Avanzado. El aprovechamiento de las propiedades de las estructuras de núcleo abierto es de interés cuando no tenemos vínculos genéticos que permiten la evaluación cruzada.

Parte 2: Evaluación económica

Introducción

Sin una evaluación económica es difícil tomar una decisión objetiva sobre la oportunidad de invertir en un programa de mejoramiento genético. Los potenciales inversores, públicos ó privados necesitan conocer los beneficios que puede generar la inversión en un programa de mejoramiento genético. No es habitual ver este tipo de análisis. Los genetistas que diseñan los programas suelen considerar innecesaria tal evaluación ya que consideran que al ser el progreso genético acumulativo y permanente, la obtención de un beneficio es simplemente una cuestión de tiempo. Por otro lado los economistas suelen ignorar el proceso de difusión del progreso genético a través de poblaciones de generaciones superpuestas. El tema ha sido tratado en extenso por ejemplo por Weller (1994) enfatizando aspectos teóricos con pocos ejemplos de aplicación práctica. Aquí vamos a presentar un método sencillo para hacer la evaluación económica de programas de mejora genética y lo aplicamos a un ejemplo. El método se basa en lo propuesto por FAO (2010) y el ejemplo se hace con un programa de mejoramiento genético de la finura en un sistema de núcleo cerrado.

Metodología de evaluación económica

El método de evaluación económica propuesto por FAO (2010) se basa en el cumplimiento de 4 pasos: (1) definición de los criterios y perspectivas de la evaluación a realizar; (2) identificación de insumos y productos; (3) cálculo de costos e ingresos; (4) evaluación de los resultados y decisión. A continuación veremos aspectos generales a considerar en cada uno de esos pasos antes de aplicarlos a un ejemplo.

Paso 1: Definición de los criterios y perspectivas de la evaluación a realizar

Criterios de evaluación. Los planes de mejoramiento pueden ser desarrollados a distintos niveles y el criterio de evaluación dependerá del ese nivel. Por ejemplo, desde el punto de vista de una empresa serán importantes los criterios meramente económicos (ganancias, rendimiento sobre inversiones) mientras que para un programa comunitario también serán importantes criterios socioeconómicos y para un programa nacional serán importantes los criterios de política de desarrollo. En una situación ideal, todos los criterios deberían ser descriptos y analizados en términos económicos, es decir sobre la base de análisis de costos-beneficios. Esto no siempre es posible por la naturaleza de los insumos y productos, la dificultad en la recolección de la información pertinente o por la falta de pericia para realizar estos análisis. Por ello, dependiendo del nivel de análisis y de los objetivos, los planes de mejoramiento deben evaluarse no sólo en cuanto a indicadores económicos formales, sino también según criterios adicionales que permitan tomar en cuenta los insumos y productos menos tangibles.

Perspectivas de evaluación. Los resultados de la evaluación dependerán de la perspectiva adoptada, que puede ser nacional, regional, sectorial, cooperativa, empresarial o comunal. Además el análisis puede ser en retrospectiva ó en prospectiva. Las principales diferencias entre las perspectivas se refieren a los insumos y productos tomados en cuenta, al horizonte de planificación y a los factores de descuento aplicados. Por ejemplo, un programa de mejoramiento a nivel empresarial incluirá normalmente sólo los costos e ingresos medibles, tendrá un horizonte de planificación de corto plazo y aplicará un factor de descuento alto. En cambio, un programa de mejoramiento a nivel de comunidad tomará en cuenta también otros insumos y productos, tendrá un horizonte de planificación más lejano y aplicará un factor de descuento bajo. Un criador particular podrá tener un horizonte de planificación relacionado con las propias expectativas de su empresa familiar. Por ejemplo si tiene hijos que espera se queden en el predio, su horizonte será más lejano pero si está alquilando un campo quizá tenga un horizonte más cercano.

Presentación del resultado económico. Existen al menos dos opciones para combinar los costos (C) e ingresos (I) en una evaluación de inversiones: calcular el beneficio como la diferencia entre ingresos y costos (I-C); o calcular el retorno o rendimiento de la inversión como la relación de ingresos por unidad de costo (I/C). Los productores y cooperativas suelen preferir una estimación de la diferencia entre ingresos y costos. El inversor en una empresa de mejora genética probablemente prefiera una medida del rendimiento de la inversión.

Paso 2: Identificación de insumos y productos

Identificación de los principales componentes del programa de mejoramiento. Los componentes dependen del sistema de producción y del particular programa a aplicar. Componentes que afectan costos e ingresos incluyen:

- Insumos por animal (por ejemplo alimentos, vacunas, otros tratamientos veterinarios);
- Productos por animal (por ejemplo productos comercializables o no comercializables);
- Insumos por predio (por ejemplo refugio, mano de obra, maquinarias, asesoramiento, crédito, toma de datos);
- Productos por predio (por ejemplo combustible, tracción animal, redes sociales);
- Insumos por sector (por ejemplo evaluación genética, organizaciones de comercialización);
- Productos por sector (por ejemplo seguridad alimentaria, objetivos nutricionales);
- Insumos por nación (por ejemplo subsidios, subvenciones, créditos);
- Productos por nación (por ejemplo empleos, exportaciones, cumplimiento con objetivos de política rural).

Determinación de los valores de los insumos y productos. El enfoque a adoptar para identificar los valores o precios dependerá de la perspectiva adoptada. Si es en prospectiva, los costos de los insumos y los ingresos por venta de productos deben

ser pronosticados; si es en retrospectiva, los costos e ingresos son conocidos o pueden ser recuperados de registros históricos.

Paso 3: Cálculo de costos e ingresos

Determinación de costos e ingresos por año y por cada una de las partes interesadas. En el paso anterior se elaboró un listado de insumos y productos del programa de mejoramiento. En este paso se deben calcular los costos incurridos y los ingresos percibidos en cada año del programa y por cada una de las partes interesadas. Para la evaluación de un programa de un productor individual, solo sus propios costos e ingresos son necesarios, si el análisis es a nivel comunal también deben considerarse los costos e ingresos de los demás miembros de la comunidad, y si el análisis es a nivel nacional deben considerarse los valores de los correspondientes insumos y productos.

Para calcular el ingreso adicional generado por el programa de mejoramiento a través de los años es necesario considerar el flujo de genes a través de la población en el tiempo y calcular la acumulación de la ganancia genética en todos los grupos de edades hasta el año definido como horizonte de planificación. Esto se puede hacer en el siguiente orden:

- Primero se calcula el valor genético de cada característica, en cada grupo de edad y año. El valor genético corresponde al valor genético inicial más la ganancia genética acumulada.
- Segundo se calculan los ingresos por venta de productos por cada grupo de edad en base a los valores genéticos calculados anteriormente.
- Tercero se calculan los costos, por cada grupo de edad, por cada año y por cada parte interesada (asegúrese de incluir sólo los costos adicionales debidos al programa de mejoramiento y no aquellos que son habituales para el manejo del rebaño).
- Cuarto se llevan a valor presente todos los costos e ingresos de cada año (y parte interesada, si corresponde). A tal efecto se aplica el factor de descuento elegido tal que el valor actualizado de un costo o ingreso x en el año t es $x/(1+d)^t$ donde d es el factor de descuento.

Cálculo del beneficio. Para cada parte interesada sume los costos actualizados para todos los años del programa (defina este total como C) y sume todos los ingresos actualizados para todos los años (defina este total como I). Si el objetivo del análisis es conocer el beneficio económico, entonces calcule $I-C$ por cada parte interesada. Si en cambio, el objetivo del análisis es conocer el rendimiento de la inversión, entonces calcule I/C para cada parte interesada. Para el conjunto de las partes interesadas, sume los valores de I y C para todos los actores y luego calcule beneficio o rendimiento en base a los totales.

Comprobación de la sensibilidad del análisis de costos-beneficios. Si la decisión de inversión es prospectiva habrá incertidumbre sobre las suposiciones clave realizadas en el modelo. La sensibilidad de los resultados debe ser testada variando los precios de los productos en el futuro y las ganancias genéticas anticipadas, usados en el

cálculo. El análisis de costos-beneficios debería repetirse con supuestos optimistas y pesimistas sobre los precios y sobre las ganancias anticipadas. Se puede investigar, por ejemplo, el punto de equilibrio entre la proporción de la ganancia genética anticipada que debe ser lograda para que los ingresos cubran los costos del programa de mejoramiento.

Paso 4: Evaluación de los resultados y decisión

Consideración de los resultados del análisis de costos-beneficios. El resultado del análisis de costos-beneficios debe evaluarse cuidadosamente. Vea si se han tomado en cuenta todos los costos identificables y si los supuestos son razonables. Si el análisis es adecuado y la perspectiva es puramente económica, la decisión es sencilla. Para otras perspectivas, sin embargo, algunos de los productos del programa de mejoramiento difíciles de cuantificar y que han sido omitidos en el análisis de costo-beneficio pueden requerir una cuidadosa atención antes de llegar a una decisión final.

Consideración de la distribución de los beneficios entre las partes interesadas. El análisis de costos-beneficios identifica los diferentes costos y beneficios para las varias partes interesadas. Es necesario investigar si los beneficios han sido distribuidos equitativamente (o responden a una particular política de distribución). Si los beneficios no se distribuyen equitativamente, considere si no hay posibilidades para su redistribución. Por ejemplo, si los criadores tienen un costo-beneficio favorable comparado con el del gobierno, y el gobierno paga por las evaluaciones genéticas, entonces se podría considerar la posibilidad de que sean los criadores los que asuman los costos de la evaluación.

Consideración del impacto nacional. El programa de mejoramiento hará más que generar ganancias genéticas. Generará una dinámica en el sector ganadero que tendrá efectos en diferentes niveles (predio, estaciones de investigación o importación de germoplasma). Es fundamental entonces que la evaluación tome en cuenta estas perspectivas más amplias. Por ejemplo el impacto que la nueva información tendrá sobre las prácticas de manejo animal y el efecto que la creación de metas comunes tiene entre los ganaderos. Un país con programas nacionales de mejoramiento genético para sus recursos animales refuerza su política de seguridad alimentaria y genera puestos de trabajo.

Consideración de impactos no incluidos en el análisis de costos-beneficios. Una cantidad de componentes de los programas de mejoramiento genético suelen ser de difícil inclusión explícita en el análisis de costos-beneficios, pero pueden tener efectos importantes. Por ejemplo:

- La utilización del ganado para propósitos socioeconómicos, sociales y culturales;
- Seguridad alimentaria y de medios de vida para la poblaciones humana, y la dependencia de otros (por ejemplo otros países) para alimentar a esa población;
- El mejoramiento de la nutrición humana;
- Productos animales adicionales a aquellos incluidos en el análisis de costos-beneficios;
- El impacto ambiental del programa de mejoramiento (positivo o negativo);

- El impacto de la importación de alimentos sobre el equilibrio del comercio nacional;
- Metas en políticas rurales;
- Metas en políticas de género.

El programa de mejoramiento puede producir impactos en varios o en todos estos componentes. Es bastante difícil, objetivamente, incorporar estas consecuencias en un análisis de costos-beneficios aunque pueden permitir una evaluación subjetiva. Se debe intentar de incorporar estos temas en la decisión de inversión. Por ejemplo, puede ser útil evaluar el impacto de estos componentes (categorizándolos como positivos, negativos o neutros). Esto puede hacerse con asesoramiento de expertos y opiniones de las partes interesadas. Los resultados deberían ser presentados junto con el análisis formal de costos-beneficios y ponderados de acuerdo a los objetivos del responsable de las políticas.

Consideración de un escenario de no-inversión. Dado que la competencia en mercados para los productos agropecuarios probablemente se incrementa, es útil repetir el análisis de costos-beneficios bajo el supuesto de que no haya inversión. Este análisis puede ser particularmente informativo cuando la perspectiva sea nacional, sectorial o cooperativa. Esta comparación de inversión versus no inversión ofrece un punto de vista alternativo sobre la decisión a tomar.

Decisión sobre la inversión y política para futuras evaluaciones. La evaluación de inversiones en programas de mejoramiento genético ha demostrado que estos son efectivos en proveer altas relaciones de beneficio-costos. Esto se da sobre todo porque el mejoramiento genético es permanente y acumulativo. Un ciclo de selección confiere mejoras a todas las generaciones subsiguientes (mientras que, por ejemplo, vacunaciones deben ser aplicadas a cada nuevo grupo de animales). Ciclos de selección subsiguientes suman mejoras a las obtenidas previamente. Si la evaluación de los programas de mejoramiento genético fuera realizada más frecuentemente, el beneficio económico de éstos programas sería mejor reconocido, y por ello serían incluidos más a menudo en las estrategias de desarrollo. Los resultados de los análisis de costos-beneficios y de la evaluación de los beneficios no medibles deberán ser entregados al decisor político, quien tomará la decisión en relación al programa de inversión.

Ejemplo de evaluación económica de un programa de mejora genética comunal

Veamos el ejemplo de una comunidad pastoril con un total de 3000 ovejas madres. Supongamos que el objetivo es aumentar los ingresos a través de la venta de lana más fina ya que el mercado indica que lanas un micrón más finas valen aproximadamente 0.4 USD más por cada kg base limpia (Prolana 2010). La comunidad decide formar un núcleo de ovejas en el cual se producen los machos de lana más fina necesarios para el mismo núcleo y para la majada general de la comunidad. El programa comienza con la selección visual de las mejores 300 ovejas (y carneros de similar calidad). Como resultado de esa primera selección el diámetro de fibra (genético) promedio de hembras y machos en el núcleo es de 19 mic y en el resto de la majada es de 20 mic. Es decir que la primera progenie que nazca

producirá lana con esas finuras. A partir de ese momento se selecciona el mejor 5% de los machos nacidos en el núcleo como reposición del núcleo sobre la base de bajos diámetros de fibra. Machos promedio nacidos en el núcleo se usan en el resto de la majada comunitaria. La tasa reproductiva es del 75%, no hay mortandad (para simplificar los cálculos) y son 5 los grupos etarios en ovejas y machos (4 servicios, 5 esquilas). La evaluación económica la haremos siguiendo los pasos propuestos previamente. El ejemplo se ha simplificado para facilitar el análisis de los principios más que pretender simular un caso real.

Paso 1: Definición de los criterios y perspectivas de la evaluación a realizar: Vamos a suponer que el criterio de evaluación es estrictamente monetario (otros impactos se analizan por separado), el análisis es de alcance comunitario (las partes interesadas son el núcleo y la majada general) y el tipo de análisis es prospectivo (nos basamos en predicciones de costos e ingresos). Supongamos también que el horizonte de planeamiento es de 15 años y que la tasa de descuento a utilizar es del 7% (representa el costo de oportunidad y no incluye inflación). Los resultados de la evaluación los presentaremos como beneficio (I-C) y como retorno económico (I/C) para la suma de costos e ingresos del núcleo y la majada general.

Paso 2: Identificación de insumos y productos: A los fines del ejemplo consideraremos solamente los ingresos adicionales (debidos al programa de mejora genética) producidos por venta de lana. Es decir que obviamos otros productos (e insumos) que pueda haber por selección y otros subproductos del núcleo como por ejemplo machos para venta a terceros. Los ingresos adicionales por venta de lana se deben únicamente al afinamiento de la lana y se supone que no hay cambios en otras características. El programa requiere trabajo adicional en el manejo del núcleo y en las tareas de toma de muestras de lana. Para ello se contempla el contrato de un personal por el equivalente a un mes de trabajo por año. A los fines de la selección se requiere el análisis de muestras de lana de los machos de primer esquila, para ello también es necesario identificar a esos animales, al menos hasta tanto se reciban los resultados de los análisis de lana. A los fines del ejercicio no consideraremos otros costos de formación del núcleo ni costos administrativos. La provisión de forraje y de productos veterinarios se considera sin cambio a la situación sin el programa de mejora.

Paso 3: Cálculo de costos e ingresos: En primer término debemos calcular el progreso genético, es decir el cambio en la finura de la lana a través del tiempo. Se mencionó que en este programa de mejoramiento la progenie que nace en el año 0 produce lana de 19 y 20 mic en el núcleo y en la majada general, respectivamente. A partir del año 1 el valor genético de las nuevas camadas en el núcleo se calcula como hemos visto al principio de este trabajo: como el producto del diferencial de selección promedio de los progenitores y la heredabilidad de la característica. La presión de selección en machos es del 5% entonces $i_M = -2.06$ (el signo negativo surge del hecho de que se seleccionan los valores bajos de la distribución) y que las hembras son de finura promedio es decir $i_F = 0$. Además sabemos que el desvío

estándar de finura $S = 1.52$ mic y la heredabilidad de finura $h^2 = 0.5$, entonces la progenie tendrá el siguiente mérito genético

$$G = \frac{1}{2} (i_M + i_F) Sh^2 = \frac{1}{2} (-2.06 + 0) 1.52 0.5 = -0.78 \text{ mic.}$$

Si la finura de los progenitores antes de la selección fue de 19 mic, la progenie nacida en el año 1 tendrá un mérito genético para producir lana de $19 - 0.78 = 18.22$ mic que se manifestará en su primer vellón en el año 2 del programa. Luego, en el año 3, estos animales tendrán su primera camada de crías y en el año 6 la última. Así se puede calcular la finura de la lana producida a través de los años por cada grupo etario (Tabla 4).

Nuestro programa es comunitario por lo que también tenemos que calcular el progreso genético en la majada general. Para ello debemos conocer el mérito genético de los padres y madres usados en la majada general en cada año. Supongamos que se usan padres promedio nacidos en el núcleo y que no hay presión de selección en madres de la majada general, entonces por ejemplo, en el año 2 la progenie de la majada general tendrá una finura de $((19+19+19+19)/4 + (20+20+20+20)/4)/2 = 19.5$ mic y en el año 3 será de $((18.22+19+19+19)/4 + (19.5+20+20+20)/4)/2 = 19.34$ mic y así sucesivamente. En la Figura 2 se observa la evolución de la finura promedio de ambas majadas en el tiempo.

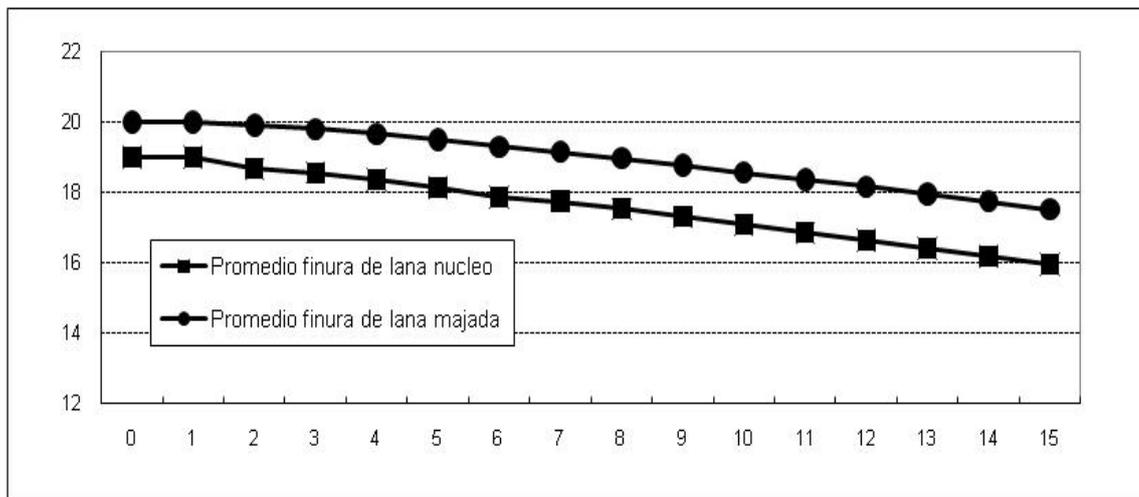


Figura 2. Evolución de finura (mic/año) en un programa de núcleo abierto.

En segundo término debemos calcular el ingreso adicional obtenido por el afinamiento de la lana. Para ello debemos multiplicar la cantidad de lana producida por cada categoría de edad por el diferencial de precio debido al afinamiento. Supongamos que el peso de vellón para todas las categorías del núcleo y de la majada general es de 4 kg y que en el núcleo los animales de 1 año sobrantes se venden después de la primera esquila y que en la majada general se venden antes

como corderos. El núcleo tendrá $0.75 \times 300 = 225$ animales de 1 año que producen $4 \times 225 = 900$ kg de lana y 300 ovejas adultas que producen $4 \times 300 = 1200$ kg de lana (300 kg cada categoría de edad). Entonces para los años 0 y 1 no hay ingreso adicional ni en el núcleo ni en la majada general porque todos los animales esquilados tienen la finura original pero en el año 2 la categoría de animales de 1 año de edad en el núcleo produce lana 0.78 mic más fina, por lo que el ingreso adicional es $900 \times 0.78 \times 0.4 \times 0.63 = 178$ USD. Debemos multiplicar por el rinde al peine para llevar los kg de lana sucia a kg de lana limpia. Para ello suponemos en este ejemplo un rinde del 63%. En el año 3 el ingreso adicional en el núcleo será $(900 + 300) \times 0.78 \times 0.4 \times 0.63 = 237$ USD. El mismo procedimiento se aplica en la majada general. Por ejemplo el ingreso adicional en el año 3 se calcula como $4 \times (2700 + 675) \times 0.2 \times 0.4 \times 0.63 = 680$ USD, aquí 675 es la cantidad de animales de 1 año requeridos como reposición. Para simplificar hemos omitido sumar a los ingresos la lana producida por los carneros adultos, que en todo caso es muy poca.

En tercer término debemos calcular los costos adicionales en el núcleo y en la majada general. Todos los años tenemos gastos en identificación de animales a razón de 0.25 USD c/u. Dado que solo es necesario identificar a los machos, el costo anual es de $113 \times 0.25 = 28.1$ USD. Del mismo modo solo es necesario el análisis de muestras de lana de los machos a razón de 1 USD c/u, tal que el costo anual es de 113 USD. El contrato de una persona por 1 mes al año tiene un costo de 800 USD. Suponemos que no hay costos adicionales a nivel de la majada general (en realidad hay ahorros porque ya no es necesario producir o comprar machos en ese estrato).

En cuarto término debemos llevar todos los valores de ingresos y costos a valores comparables actuales, para ello aplicamos la fórmula de actualización mencionada más arriba con el factor de descuento elegido a todos los ingresos y costos en cada año y en el núcleo y la majada general. Por ejemplo, hemos predicho que el ingreso adicional en la majada general al año 3 será de 680 USD. Aplicando la fórmula de actualización obtenemos un valor de $680 / (1 + 0.07)^3 = 555$ USD. Del mismo modo se actualizan los demás ingresos y costos.

Paso 4: Evaluación de los resultados y decisión: Finalmente podemos sumar todos los costos e ingresos actualizados del núcleo y de la majada general y obtener una estimación del beneficio y rentabilidad del programa propuesto. Los ingresos a valor actual totales resultaron ser de 33618 USD y los costos de 9608 USD, por lo tanto el beneficio económico del programa es de 24011 USD en los 15 años. Además podemos calcular que por cada USD invertido se han producido $33618 / 9608 = 3.5$ USD.

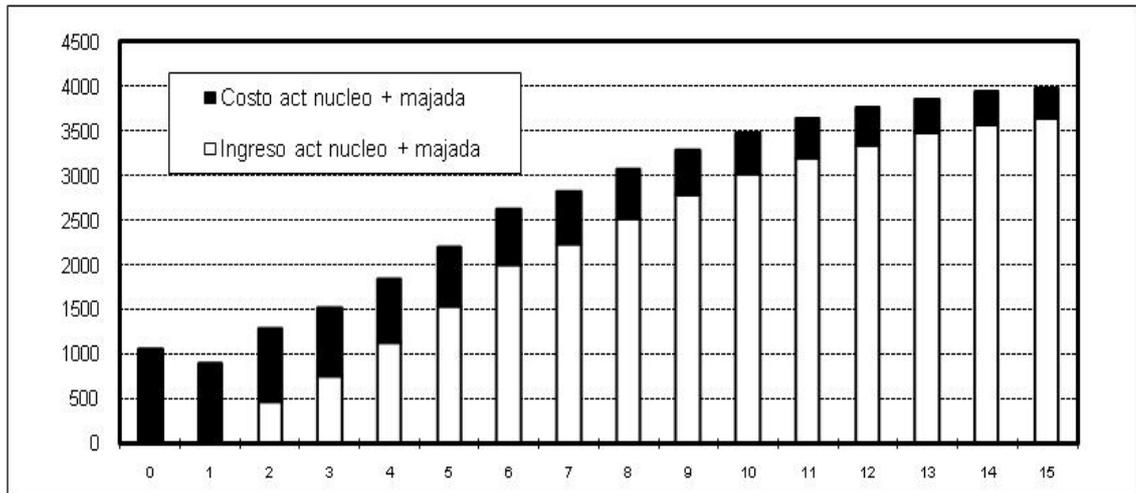


Figura 3. Evolución de costos e ingresos actualizados (USD/año) en un programa de núcleo abierto.

En la Figura 3 y Tabla 5 se observa que en el año 3 ya los ingresos igualan a los costos y en el año 6 ya se recuperan los costos acumulados.

Es relativamente sencillo programar todos los cálculos en hojas de cálculo tipo Excel, por lo que también es sencillo testear los supuestos del programa. Por ejemplo podemos pensar que la implementación de este programa exige un sitio separado para el apareamiento del núcleo, y que para ello es necesaria la construcción de un cercado por única vez. Se puede calcular que para su construcción se necesitan 2500 m de cerco a un costo de 2.5 USD/m que da un total de 6250 USD. Si incluimos ese costo en el análisis económico, el retorno económico se reduce a 2.1 USD por cada USD invertido.

También podemos recalculamos el beneficio con una predicción pesimista del valor de la lana más fina. Al hacerlo veremos que el programa será beneficioso mientras el micrón de afinamiento valga al menos 0.12 USD, tres veces menos que el valor actual de 0.4 USD. También podemos ver que el programa es beneficioso incluso sin ejercer presión de selección sobre los machos. Esto se explica por el diferencial de selección generado al separar el núcleo de la majada general. A la inversa podemos observar que el beneficio del programa se reduce a menos de la mitad si no logramos esa diferencia de finura genética inicial entre núcleo y majada. Otro aspecto que podemos observar es que el programa tiene ingresos acumulados mayores a los costos acumulados a partir del año 5 y que cuanto más lejano el horizonte de planificación el beneficio es mayor, particularmente si la tasa de descuento es baja (Tablas 4 y 5). En base a esos valores podemos concluir *a priori* que vale la pena invertir y ejecutar este programa de mejora. También podemos concluir sobre el período de gracia que deberían tener los créditos para financiar este tipo de emprendimientos.

Evaluación económica con índice Provino

Para la zafra 2009/2010, Provino estimó que el valor económico de un micrón de afinamiento fue de 33.46 pesos en la vida útil de un animal (aprox 23 kg de lana a 1.46 pesos/mic cada uno), entonces el cambio de -0.78 mic por generación logrado en el ejemplo anterior equivale a 26.1 pesos en la vida útil de cada animal en el programa.

Si en lugar de seleccionar por finura lo hubiéramos hecho por el índice de selección Provino 1 que apunta a afinar pero también apunta a aumentar el peso de vellón y el peso corporal, podemos usar la misma metodología pero reemplazar $Sh^2 \cdot 33.46$ con el desvío estándar del índice (S_I) que es 29.8 pesos. En ese caso $G = (i_M + i_F) S_I = \frac{1}{2} (-2.06 + 0) 29.8 = 30.7$ pesos por vida útil de cada animal en la majada. Seleccionando por este índice en lugar de seleccionar por finura en el programa anterior, se hubiera logrado un mayor beneficio y mayor retorno económico. También podemos analizar el aporte que el mejoramiento genético en cada característica hace al beneficio económico y decidir si concentrarnos en alguno en particular. Para esto y para el cálculo de los valores económicos e índices ver Mueller (1985).

Obsérvese que usando las fórmulas vistas al principio sobre sistemas de núcleo abierto y aplicando la presión de selección ($a=0.05$, $b=1$) y los flujos correspondientes ($w=1$, $v=0$, $y=0$, $x=0$) del ejemplo anterior, además de reemplazar Sh^2 con S_I ($S_I=29.8$) también obtenemos la ganancia genética de $G=30.7$ pesos por generación u 8.8 pesos por año con una diferencia en finura entre núcleo y base de aproximadamente 1.5 mic.

Referencias

- Bichard M. 1971. Dissemination of genetic improvement through a livestock industry. *Animal Production* 13: 401-411.
- FAO. 2010. Breeding strategies for sustainable management of animal genetic resources. Chapter F. *Animal Production and Health Guidelines No 3*. FAO. Rome, p 132.
- Greeff J, Kinghorn BP y Brown D. 2010. Breeding and selection. En Cottle DJ (Eds) *International Sheep and Wool Handbook*. Nottingham University Press, p 169.
- Hopkins IR y James JW. 1978. Theory of nucleus breeding schemes with overlapping generations. *Theoretical & Applied Genetics* 53: 17-24.
- Hopkins IR. 1978. Some optimum age structures and selection methods in open nucleus breeding schemes with overlapping generations. *Animal Production* 26: 267-276.
- James JW. 1977. Open nucleus breeding systems. *Animal Production* 24: 287-305.

- Mueller JP y James JW. 1983. Effect of reduced variance due to selection in open nucleus breeding systems. *Australian Journal of Agricultural Research* 34: 53-62.
- Mueller JP y James JW. 1984a. Developments in open nucleus breeding systems. En Hofmeyr J y Meyer E (Eds) *Proceedings of the II World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*, Pretoria, Republic of South Africa, 16-19 April, p 204-213.
- Mueller JP y James JW. 1984b. Design and evaluation of progeny testing in open nucleus breeding systems. *Animal Production* 38: 1-8.
- Mueller JP y Bidinost F. 2005. Respuesta a la selección en Merino con diferentes procedimientos. XXXIV Congreso Argentina de Genética, Trelew 11 al 14 de septiembre. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 473.
- Mueller JP. 1984. Single and two-stage selection on different indices in open nucleus breeding systems. *Genetics, Selection & Evolution* 16: 103-120.
- Mueller JP. 1985. Implementación de planes de mejoramiento genético ovino. I. Objetivos de mejoramiento y criterios de selección. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 6.
- Prolana 2010. SIPyM. www.prolana.com.ar , Informe de Mercado 15 de Julio.
- Weller JI. 1994. *Economic aspects of animal breeding*. Chapman y Hall, London, 244 p.

Tabla 4. Evolución de la finura, ingresos y costos actualizados y acumulados en el núcleo.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 10	Año 15
Evolución Núcleo								
al nacimiento	19.00	18.22	18.22	18.02	17.82	17.58	16.44	15.32
edad 1 año (primera esquila)	19.00	19.00	18.22	18.22	18.02	17.82	16.67	15.55
edad 2 año (primer parto)	19.00	19.00	19.00	18.22	18.22	18.02	16.89	15.77
edad 3 año (segundo parto)	19.00	19.00	19.00	19.00	18.22	18.22	17.13	16.00
edad 4 año (tercer parto)	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	18.22	17.29	16.21
edad 5 año (cuarto parto)	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	17.58	16.44
Promedio finura de lana núcleo	19.00	19.00	18.66	18.55	18.36	18.13	17.07	15.95
Total ingreso adicional para núcleo	0	0	178	237	341	459	1021	1613
Ingresos actualizados núcleo	0	0	155	193	260	327	519	585
Ingreso actualizado acumulado núcleo	0	0	155	349	608	936	3214	6049
Costos en el núcleo								
Aretes	28	28	28	28	28	28	28	28
Personal	800	800	800	800	800	800	800	800
Análisis muestras	113	113	113	113	113	113	113	113
Infraestructura	100	0	0	0	0	0	0	0
Total costos núcleo	1041	941	941	941	941	941	941	941
Costos actualizados núcleo	1041	879	822	768	718	671	478	341
Costo act acumulado núcleo	1041	1920	2741	3509	4227	4897	7647	9608

Tabla 5. Evolución de la finura, ingresos actualizados y acumulados en la majada. Ingresos, costos y beneficio totales.

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 10	Año 15
Evolución Majada								
al nacimiento	20.00	19.50	19.50	19.34	19.18	18.97	17.94	16.86
edad 1 año (primera esquila)	20.00	20.00	19.50	19.50	19.34	19.18	18.16	17.08
edad 2 año (primer parto)	20.00	20.00	20.00	19.50	19.50	19.34	18.37	17.30
edad 3 año (segundo parto)	20.00	20.00	20.00	20.00	19.50	19.50	18.58	17.52
edad 4 año (tercer parto)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	19.50	18.72	17.73
edad 5 año (cuarto parto)	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	18.97	17.94
Promedio finura de lana majada	20.00	20.00	19.90	19.80	19.67	19.50	18.56	17.51
Total ingreso adicional para majada	0	0	340	680	1130	1688	4897	8455
Ingresos actualizados majada	0	0	297	555	862	1204	2489	3064
Ingreso actualizado acumulado majada	0	0	297	853	1714	2918	13158	27570
Ingreso actualizado núcleo + majada	0	0	452	749	1122	1531	3008	3649
Costo actualizado núcleo + majada	1041	879	822	768	718	671	478	341
Beneficio actualizado núcleo + majada	-1041	-879	-369	-19	404	860	2530	3308
Ingreso act acumulado núcleo + majada	0	0	452	1201	2323	3854	16373	33618
Costo act acumulado núcleo + majada	1041	1920	2741	3509	4227	4897	7647	9608
Beneficio act acumulado núcleo + majada	-1041	-1920	-2289	-2308	-1904	-1043	8725	24011

Estrategias del sector lanero para mejorar e incrementar su uso entre las fibras textiles

Diego Sacchero

Introducción

La lana es un *commodity* que se comercializa globalmente. La diversidad de sus mercados es enorme y en expansión permanente. Se la encuentra en muchos sectores: vestimenta y moda, ropa deportiva, alfombras y revestimientos, aviación, arquitectura-industria, uso medicinal y prendas especiales de protección. Todos estos sectores utilizan lana, la cual debido a su versatilidad ha demostrado ser la fibra “inteligente” original. La investigación y desarrollo en la lana aumenta continuamente este potencial, abriendo oportunidades al futuro, que constituyen un seguro para la industria textil lanera. El principal uso de la lana (66%) es en la fabricación de prendas (vestimenta), seguido por el uso en interiores (30%), por último, el uso industrial de la lana es del 4%.

Sin embargo la lana enfrenta serios problemas, la producción mundial acumuló 12% de pérdida (sostenida) en los últimos 8 años alcanzando en la actualidad 1.090 mKg limpia. Con disminuciones de 18% en la producción de indumentaria, y del 5% en textiles de interior en el mismo período. La producción de lana ha caído en Australia, Nueva Zelanda, Argentina, Reino Unido y Estados Unidos.

Para enfrentar esta situación la Internacional Wool Textile Organization (IWTO) junto con organizaciones nacionales interesadas aborda diferentes acciones con el fin de apaciguar o revertir estas tendencias. Trascendiendo generaciones de continuos cambios, la lana ha demostrado su enorme potencial para alcanzar, adaptarse y cumplir con los complejos requisitos de los consumidores finales en escenarios muy cambiantes.

La cadena de la lana involucra más de 1000 millones de ovejas en todo el mundo, con altos standards de bienestar animal, la lana es producida por varios millones de productores en todo el mundo, desde pequeños productores hasta productores comerciales. Vende anualmente 80 mil millones de U\$S en productos de lana al consumidor final solamente en la Unión Europea, existen miles de compañías industriales que trabajan con lana como materia prima y emplea millones de personas en las fases de producción, cosecha y a través de todas las etapas del procesamiento.

Para una comercialización eficaz es preciso abordar a la lana como un producto *premium* con características naturales únicas y excelentes propiedades funcionales para ser usado principalmente en la producción de productos finales de alto valor textil.

Las estrategias del sector lanero consisten en alentar la demanda mediante productos y actividades promocionales desarrolladas, para cubrir necesidades específicas, que resalten las características técnicas y valores sociales y de sostenibilidad de esta fibra. El resultado esperado debería ser un mejor posicionamiento de la lana dentro de las preferencias del consumidor, con un incremento sostenido de las ventas de lana y compartiendo una mayor porción del mercado, así como el mantenimiento de

ventajas comerciales a lo largo de la cadena de demanda, desde los consumidores finales hasta los productores de lana, en todo el mundo.

Situación actual del mercado

Provisión mundial de lana

La cantidad de ovinos en el mundo ha vuelto a descender en 2008 hasta 1.080 millones. Esto los pone en el mismo nivel que en 1995. Dentro de este total mundial, hubo algunos cambios significativos entre los principales países productores de lana. El número de ovejas en Australia cayó un 10% a 76,9 millones (el más bajo desde 1920), mientras que en China el número total de ovejas se redujo un 7% a 136 millones de cabezas. Los stocks también cayeron en Nueva Zelanda (-11%), Argentina (-13%) y Reino Unido (-2%). Por el contrario, el número de ovinos se incrementó un 4% en la exRusia a 74,8 millones, y en la India, a 65 millones (1%), mientras que se mantuvo en Sudáfrica y Uruguay. La competencia de otros negocios agrícolas como la agricultura y la carne en Australia, la agricultura en Argentina, la producción lechera en Nueva Zelanda, fueron las principales razones de las disminuciones junto con la persistencia de sequía en Australia y en América del Sur. Acompañando al número de ovinos la producción también disminuyó en 2008. La producción limpia también cayó un 2,5% en 2008; los mayores descensos ocurrieron en algunos de los principales exportadores de lana. En Australia la producción de lana se redujo un 8%, en Nueva Zelanda un 6% y hubo una disminución de 16% en Argentina. Compensa en parte este descenso, que hubo aumento de la producción en China (hasta el 2,5%) y la exRusia (hasta 4%).

La producción de lanas finas (<24,5 micrones) volvió a ser la más afectada, se estima que ha disminuido en un 5% a 428 mkg limpio debido a la continua disminución en Australia, así como en Argentina. La producción de lanas medias (24,6 a 32,5 micrones) se estima que han disminuido en un 2% a 262 mkg limpia y la producción de lanas gruesas (>32,5 micras) se estima que han quedado prácticamente sin cambios en 501 mkg limpio. Con muy poco stock disponible en los países productores, la lana ofertada está impulsada por la procedente de las existencias. Se estima que la oferta de lana fue un 5% menor en 2008 que en 2007 (1.198 mkg limpio).

La producción y oferta mundial de lana es probable que sea menor de nuevo en 2009 y 2010, en particular para la lana de vestimenta. En los principales países productores se espera un descenso de la producción en torno al 2% en la temporada 2009/10. Es probable que el número de ovinos sigan disminuyendo en algunos países, especialmente Australia y China, donde los productores cambian de producción de lana hacia carne.

Precios de lana y Fibras competitivas

Los precios de las vestimentas de lana cayeron fuertemente en octubre de 2008 como resultado de la desaceleración por la crisis financiera mundial, según lo indicado por

los precios de la lana de Australia. El precio alcanzó su punto más bajo en febrero de 2009 antes de recuperarse un poco al final de la temporada 2008/09. El Indicador de Mercado del Este de Australia descendió en 2008/09 un 16% comparado con 2007/08 (796 AU\$/kg vs 943 AU\$/kg base limpia).

En las lanas de textiles de interior las bajas no fueron tan drásticas ya que los precios no eran muy satisfactorios de por sí. El indicador de lanas Medias de Nueva Zelanda, fue en promedio de 627 NZc/kg en 2008/09, solo 1,5% menor que en 2007/08, mientras que el indicador de lana gruesa de Nueva Zelanda fue en promedio de 368 NZc/kg, 8% mayor que en 2007/08 (342 NZc/kg). El precio medio de la lana que se vende en Nueva Zelanda en realidad aumentó en un 2% en 2008/09. Un dato positivo para los precios de las lanas en Sudáfrica, Nueva Zelanda y Australia fue el fortalecimiento del dólar estadounidense frente a las monedas locales de cada uno de estos países en la temporada 2008/09, lo que ayudó a moderar la caída potencial de precios.

Un apoyo adicional a precios de la lana fueron los bajos niveles de producción y oferta, especialmente para prendas de vestir. Esto se puede ver al comparar las tendencias de precios de la lana de Australia en 2008/09 durante la crisis financiera mundial en comparación con las tendencias de la temporada 1997/98, durante la crisis financiera asiática, donde el IME de Australia pasó de un máximo de 830 AU\$/kg en septiembre de 1997 a un mínimo de 500 AU\$/kg en octubre de 1998 como consecuencia de la crisis financiera asiática. En ese momento, la producción de lana de Australia fue de 700 mkg sucia y había una reserva de 387 mkg sucia (es decir, una disponibilidad total de más 1.000 mKg). En 2008/09 el IME cayó de un pico de 1.045 AU\$/kg en enero de 2008 a un mínimo de 722 AU\$/Kg en febrero de 2009. La disminución de los precios de la lana en términos absolutos como resultado de las dos crisis financieras fue aproximadamente la misma (330 AU\$/kg), pero el nivel de precios en el punto más bajo en 2009 fue de más de 200 AU\$/kg por encima del punto más bajo en 1998. Esto ilustra el impacto del bajo nivel de suministro, sobre todo si se considera que la crisis financiera mundial fue más extendida y profunda que la crisis financiera asiática.

Los precios del algodón siguieron un patrón similar al precio de la lana, aunque los precios seguían siendo altos para el algodón hasta septiembre de 2008, antes de una fuerte caída en octubre de 2008. Durante la temporada, los precios del algodón se redujeron en un 20% en términos de dólares estadounidenses, un descenso mucho menor que los precios de la lana. Las bajas en los precios de las fibras sintéticas (acrílico y poliéster) ocurrieron desde octubre de 2008 cuando el impacto de la crisis financiera mundial se hizo sentir y en un 25%. La caída mas abrupta de los precios de la lana refleja en parte el hecho de que la lana se había encarecido mas que las otras fibras en 2007/08 y se había vuelto menos competitiva, alentando a los procesadores a utilizar menos lana en sus mezclas con fibras sintéticas. Lo cual también se observa en las relaciones de precios entre lana:sintéticos que alcanzaron un máximo de 4,3 en el 1° trimestre de 2008, pero había caído a 3,1 en el 2° trimestre de 2009 y lana:algodón que durante el mismo período la relación precio bajó de 5,6 a 4,5.

Comercio de lana sucia

Las exportaciones de lana en bruto descendieron de forma pronunciada en 2008 a algo menos de 800 mkg limpio. Un gran contribuyente a esto fueron las exportaciones de Australia (el mayor exportador de lana) que cayeron un 13% a 358 mkg limpio, otros países exportadores disminuyeron en mayor porcentaje. Las exportaciones de Argentina cayeron un 29% y las de Uruguay un 36%, mientras que las de Nueva Zelanda cayeron un 12%. Paradójicamente, Sudáfrica registró una subida del 1% de las exportaciones de lana en bruto en el 2008. Las importaciones lana sucia también registraron una fuerte caída en 2008, un 13% llegando a 719 mkg limpio. De los principales importadores de lana sucia Italia registró el mayor descenso, un 23%, mientras que las importaciones de la India cayeron un 18%. Las importaciones de la mayor importador, China, también se redujo, aunque moderadamente, 9%, mientras que las importaciones de la República Checa aumentaron un 10%. Se espera que el comercio de lana sucia vuelva a caer en 2010.

Comercio de productos de lana

El comercio mundial de productos de lana disminuyó en 2008, como resultado tanto de la menor oferta de lana sucia como de la desaceleración de la economía mundial a raíz de la crisis financiera mundial. El comercio mundial de tops de lana cayó un 17% en 2008 (cerca de 165 mkg). Entre los 20 mayores exportadores, que representan alrededor del 95% de las exportaciones mundiales, hubo importantes descensos en casi todos los ámbitos, si bien la India fue una excepción, con una elevación de 1% en las exportaciones de lana. Entre los 20 principales importadores de tops de lana (que representan el 90% de lana de las importaciones globales de tops), hubo reducciones similares, con excepción de la República Checa, que informó un aumento del 8% en sus importaciones. El comercio mundial de lana hilada cayó un 14% en 2008 en comparación con 2007 a un nivel de 96 mkg. No hubo caídas significativas en las exportaciones de hilados de lana para la mayoría de los 20 principales países exportadores, con Nueva Zelanda, Turquía, la República Checa y Lituania como únicas excepciones. Del mismo modo en el lado de las importaciones, se produjo un descenso significativo de las importaciones de hilados de lana para muchos de los 20 principales países importadores. Por el contrario, Australia, Dinamarca, EE.UU. y Rumania aumentaron sus registros de importaciones. El comercio de hilados de lana peinada registró un descenso mayor que el de hilados de lana cardada (16% *versus* 11%).

Por tipo de hilados, los *worsted* de pura lana disminuyeron un 14%, mientras que los *woollen* de pura lana cayeron un 8%. Las tendencias de las exportaciones y las importaciones de tejidos de lana fueron similares a la observada para los hilados de lana, con una caída del 13% en las exportaciones mundiales de tejidos de lana (pura o con alto contenido de lana en mezclas) y una caída más grande en las exportaciones de telas de hilado peinado (14%) en comparación con telas de hilado cardado (11%). Los tejidos de hilados peinados de pura lana o alto contenido de lana se vendieron comparativamente mejor que los tejidos de hilados cardados (-13% *versus* -19%).

En los 20 principales países exportadores de telas hubo disminuciones similares de las exportaciones (11% en las exportaciones de Italia y 15% en las de China).

Las excepciones a este descenso general fueron las exportaciones del Reino Unido, que registró un aumento del 22%, y Turquía, con un modesto 1%. Para las importaciones, la mayoría de los países registraron una fuerte caída, incluidos los dos mayores importadores de tejidos de lana en 2007 (China, un 6% y Alemania, un 22%). Sin embargo, el Reino Unido registró un ascenso sorprendente, 83%, de las importaciones de tejidos de lana, según los datos preliminares.

Si bien el comercio en algunas de las prendas de lana clave (tejidos de punto, ropa de hombres y de mujer) fue generalmente más baja en 2008, hubo algunas excepciones. Las exportaciones de abrigos de lana para hombres y chaquetas de mujer aparentemente aumentaron en 2008, debido principalmente a un aumento reportado en las exportaciones del Reino Unido, aunque las importaciones mundiales de abrigos en general cayeron.

En el resto de las prendas más importantes, las exportaciones de trajes, chaquetas y pantalones de hombre declinaron en 2008 al igual que las exportaciones de sueters y pantalones de mujer. El comercio mundial de alfombras de lana fue 9% menor en 2008. Aunque todos los tipos de alfombras se vieron afectados, el mayor descenso se registró en las exportaciones de alfombras de pelo (una reducción del 11%), mientras que las exportaciones de alfombras tejidas cayó por lo menos un 8%. Las importaciones también fueron muy por debajo, debido principalmente a un descenso significativo de las importaciones de los mayores importadores, los EE.UU., el Reino Unido y los Emiratos Árabes Unidos (entre un 22 y 42%). El comercio mundial de productos de lana es probable que caiga de nuevo en 2009 debido a que muchas economías estaban en recesión al menos durante parte del año, lo que frenó la demanda.

Perspectivas para la lana

Después de la temporada 2008/09 extremadamente difícil para la demanda y los precios de lana, se esperan cambios positivos. Hay indicios sólidos de que la lana de los principales países consumidores EE.UU., Japón, Italia, Alemania, Reino Unido y Corea del Sur, que han estado en recesión, están empezando a recuperarse, o se recuperarán en los próximos meses. Si bien la recuperación es probable que sea moderada y lenta, no obstante, debe traer mayor demanda de consumo al por menor en general y para la ropa de lana, en particular.

Dado que los precios de lana son bastante competitivos en comparación con otras fibras, esta recuperación es probable que influya en industrias relacionadas dentro de los principales procesadores textiles de lana (China, Italia y la India). Dado que los stocks de lana parecen ser bajos en las industrias textiles, las órdenes deben mejorar su flujo para la lana en bruto desde los fabricantes de prendas de vestir a través de la cadena de demanda con relativa rapidez. Si bien esto es alentador, la recuperación de las principales economías desarrolladas es probable que sea relativamente lenta, lo que podría traer cautela a la demanda de lana.

Como la producción mundial de lana se mantendrá baja, la disponibilidad de lana será un factor importante en las tendencias de precios de la lana en la temporada

2009/10. Se espera que la demanda mejore, desde el bajo nivel actual, lo precios deberían aumentar. El alcance de la subida de los precios podría ser significativo, dada la baja producción de lana. Puede haber diferencias importantes en el grado de evolución de los precios de la lana utilizada en la confección y que se utiliza a nivel doméstico.

El suministro de prendas de vestir de lana se espera que sea más ajustado con la oferta de lana utilizada en forma domestica y, hasta cierto punto, hilados a mano. Además, con el mercado inmobiliario bajo en algunos de los principales países desarrollados, podría limitar las mejoras en la demanda de textiles para el hogar.

Un factor que podría moderar la importancia de la subida son los movimientos del tipo de cambio. Los dólares americanos se ha debilitado recientemente contra los de Australia y Nueva Zelanda, nuevas caídas podrían resultar en finalmente en desacelerar el aumento de los precios de la lana. El segundo riesgo es el estado todavía frágil del sistema financiero mundial, y una crisis repentina podría ver un cambio en las perspectivas de las principales economías desarrolladas, lo que tendría un efecto perjudicial en la demanda de lana. Por último, el precio de la lana en relación con el del algodón y de fibras sintéticas también será un factor importante, como siempre, sobre todo para la lana de más de 20 micras.

1. Estrategias de diferenciación para mejorar la competitividad de la lana

1.1 Diferenciación genérica tendiente a valorizar las propiedades y características de producción de la lana

La lana es una fibra natural con propiedades muy valoradas por la industria textil que le han hecho ganar una reputación de “alta calidad” a nivel mundial tanto para los procesadores como para los consumidores por sus numerosos efectos deseables en los productos terminados y atributos que superan a los de las fibras sintéticas.

Tiene un verdadero linaje “verde”, siendo tanto sostenible como biodegradable. Ambas son en la actualidad propiedades muy valoradas. Esta ventaja ambiental es un requisito cada vez más buscado en una fibra. La lana es una fibra sostenible con suministro asegurado, se esquila anualmente y se vuelve a producir en el mismo lapso. La cantidad de lana disponible para abastecer a la industria textil mundial está solamente limitada por el número de ovejas que se crían en todo el mundo. Un requisito fundamental en productos sostenibles es la capacidad de limitar el uso de energía utilizada en su producción. Se requiere significativamente menos energía en la producción de productos de lana comparado con la de productos fabricados con fibras artificiales. Esto asegura que las emisiones de dióxido de carbono se mantengan muy bajas. Por lo tanto un mayor uso de lana reduce significativamente los niveles de gases con efecto invernadero en la atmósfera.

A su vez, es una fibra ideal para ambientes sensibles. El perfil de seguridad de la lana la convierte en un producto ideal para todos los lugares pero particularmente en aquellos casos donde la salud y la seguridad son importantes. Los hospitales, iglesias, escuelas, residencias de ancianos y transporte público pueden beneficiarse de sus

condiciones naturales. En el mismo sentido ya se ha regulado el uso de alfombras en hoteles, casinos y aeronaves.

Si bien su utilización como fibra textil son los más conocidos tiene numerosas aplicaciones en diversos campos.

Los usos más destacados como **vestimenta** son trajes, sacos sport, pullovers, sobretodos, ropa de abrigo para la nieve, bufandas, guantes, medias, sombreros, ropa interior, ropa deportiva, ropa interior térmica, prendas informales, zapatos, ropa formal, hilados para tejer a mano, uniformes, polleras, sombrero, uniformes corporativos, medias y guantes, ropa de noche para niños, ropa de bebés, trajes lavables a máquina.

Como **textiles de interior** se utiliza en alfombras, cortinados y cobertores de pared, tapicería, tapices, lámparas, decorados, colchones, edredones, cubrecamas, frazadas y acolchados, manteles.

En el sector de los **textiles técnicos**, si bien el volumen utilizado es menor, las aplicaciones son también variadas e incluyen interiores de aviones y automóviles, aislante térmico, aislante de sonido, aislante de techos, prendas resistentes al fuego, uniformes de policía, militares y bomberos, ropa deportiva de alta competencia (esquí, automovilismo, ciclismo, fútbol australiano.) prevención de lesiones secundarias en la piel (pieles antiescaras), apósitos para herida, férulas, fieltros para pianos, filtros para controlar polvo y olores, telas de billar, pelotas de tenis, juntas y arandelas.

Las principales propiedades de la lana son:

- **Respirabilidad y manejo de la transpiración.** La lana es una fibra “*multiclíma*” y activa (a diferencia de los sintéticos que son pasivos) ya que posee una respuesta activa a fluctuaciones en la temperatura corporal. La lana permite que la piel respire fácilmente, manteniendo a quien la usa, abrigado en invierno y fresco en verano, ofreciendo calidez y abrigo cuando hace frío, pero se auto-adapta cuando se eleva la temperatura, liberando calor y humedad para mantener un clima confortable. La lana tiene la habilidad natural de respirar y puede absorber hasta el 35% de su peso en agua (humedad) debido a su núcleo hidrofílico. Esta humedad es luego liberada naturalmente como vapor en el aire, proveyendo un adecuado confort a la respiración. Ninguna otra fibra ofrece este sorprendente confort para el usuario.
- **Control de olores.** Su compleja estructura celular le asegura su habilidad natural para respirar. En forma única, absorbe y elimina humedad, proveyendo un clima interior que es capaz de ajustarse a cada situación individual.
- **Protección contra rayos ultravioletas.** La lana brinda protección contra los rayos ultravioletas (UV) y los riesgos de daños en la piel por los rayos solares potencialmente peligrosos. Las pruebas realizadas con varias fibras textiles en vestimentas muestran que la lana tiene un factor natural de protección contra los rayos ultravioletas de 30+ en el 70% de los casos, mucho más que la mayoría de los sintéticos y el algodón.

- **Protección contra el fuego.** A diferencia de casi todas las fibras alternativas no es inflamable ya que para hacerlo requiere más oxígeno del que está disponible en el aire, lo cual la transforma en una fibra superior para seguridad contra el fuego. Su elevado contenido de agua y nitrógeno hacen de la lana un retardante del fuego, cumpliendo con muchas de las regulaciones internacionales sin necesidad de tratamientos químicos.
- **Elasticidad.** Sobre fibras de lana puede realizarse una extensión de hasta un 30% de su longitud sin dañarla.
- **Resilicencia.** Las fibras de lana pueden ser dobladas indefinidamente sin romperse, lo que explica la gran durabilidad de las prendas de lana.
- **Durabilidad y biodegradabilidad.** Es un material de larga vida, su condición de durabilidad implica que hace que mantenga sus propiedades de retención de humedad y flexibilidad sin perder su estructura y elasticidad cuando se la cuida adecuadamente. Esto ha sido ejemplificado históricamente por las alfombras, que pueden resistir el uso intensivo, sin perder su apariencia. Puede biodegradarse en el suelo sin daño alguno al ambiente, cumpliendo los requisitos óptimos en cuanto al ciclo de vida de los productos

A continuación se comentan algunas de estas propiedades y su incidencia sobre la calidad de los textiles de interior.

a. Alfombras

Las alfombras de lana limitan el polvo transportado por el aire y mejoran la calidad del aire interior, reducen la pérdida de calor y amortiguan el ruido. Mejoran la seguridad contra el fuego ya que es resistente a las llamas, no se derrite ni chorrea, emite menos humo y gases tóxicos que cualquier otra fibra usada comúnmente.

Varios trabajos han puesto en relieve los beneficios de las alfombras de lana entre ellos:

1. Seguridad contra incendios
2. Remoción de contaminantes del aire interior
3. Control de humedad
4. Mejora de la seguridad por el deslizamiento de prevención
5. Promoción de los diversos componentes del confort (acústica, térmica y comodidad al caminar)
6. Resilicencia

1. Seguridad contra incendios

La seguridad contra incendios de los revestimientos del piso no se basa únicamente en la facilidad con que se prende fuego una alfombra, sino también sobre la tasa de propagación de la llama y la generación de humo. En experimentos realizados por WRONZ alfombras de lana, nylon y polipropileno fueron evaluadas mediante el Flooring Radiant Panel Test NBS.

Los resultados mostraron que las alfombras de lana:

- tienen menor propensión a la propagación de la llama (medida por el flujo radiante crítico CRF) y,
- produce niveles mucho más bajos de humo.

Por ejemplo, los valores de CRF medidos para las alfombras de lana fueron un 50% más bajo que las alfombras de nylon y hasta 440% más bajos que las alfombras de polipropileno. Todas las lanas probadas cumplen o exceden los requisitos de EE.UU. y Alemania para uso residencial.

Los niveles de humos emitidos por alfombras de nylon y polipropileno son 10 y 80 veces, respectivamente, mayores que las de la lana. Por el contrario, las fibras sintéticas se derriten, permitiendo que el calor descompongan las capas subyacentes (bases) generando grandes cantidades de humo.

Para edificios de gran altura, donde la resistencia al fuego es fundamental, la lana puede ser tratada con Zirpro para satisfacer las especificaciones más estrictas.

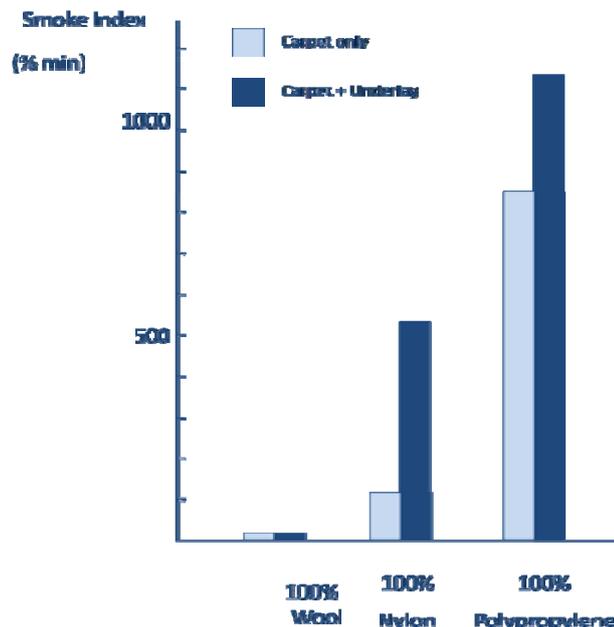


Figura 1. Resultados de pruebas en Panel Radiante de Pisos para Emisión Total de Humo en alfombras tipo Saxony.

En resumen las ventajas de la lana respecto al fuego se basa en la dificultad para encender debido a una alta temperatura de ignición, bajo nivel de propagación de la llama, baja emisión de calor de combustión, no se derrite ni gotea si se utiliza verticalmente, forma una capa aislante carbonizada y se auto extingue, y produce menos humo y gases tóxicos que las fibras sintéticas.

2. Calidad del aire interior

El aire contaminado en interiores puede producir diversos trastornos y daños en la salud de los ocupantes de los edificios comerciales y residenciales. El problema se ve agravado por el uso de sistemas de aire acondicionado que atrapan a los contaminantes en el interior. Los contaminantes comunes del aire, asociados a

riesgos para la salud, incluyen el formaldehído, el dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre. El formaldehído puede ser introducido por las emisiones de ciertos materiales de construcción y muebles, mientras que el nitrógeno y el dióxido de azufre son producidos por procesos de combustión (estufas y calentadores a gas).

Tabla 1. Propiedades de varias fibras en seguridad contra incendios.

	Índice de Ignición	Propagación de llama	Índice de Calor Producido	Índice de Humo Producido	Índice de Inflamabilidad
Lana	26	0	20,5	11	36
Polipropileno	28	12	46,5	844	68
Nylon	30	14	33,1	119	76
Acrílico	28	16	31,8	-	78

Estudios de WRONZ han demostrado que las alfombras de lana pueden eliminar el formaldehído, el dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre del aire con mayor rapidez y eficacia que las alfombras de fibras sintéticas. Por otra parte, la lana no libera estos gases, aun cuando se calienta, y puede continuar purificando el aire interior hasta 30 años. Este beneficio a largo plazo se debe al potencial de la combinación de ácidos de la lana. La figura 2 muestra la absorción de dióxido de nitrógeno de la lana, el nylon y otros materiales. Las pruebas realizadas en cámara mostraron que la alfombra de lana puede eliminar el 99% del dióxido de azufre del aire en 4 horas, mientras que las de nylon eliminan el 82%.

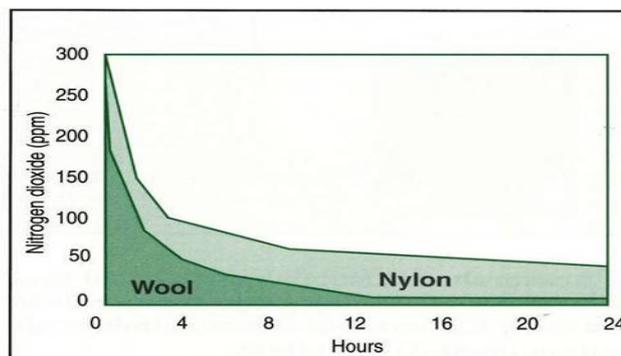


Figura 2. Dióxido de nitrógeno remanente en el aire luego de 24 horas de exposición a alfombras de lana y nylon.

La compleja estructura celular de la lana filtra y limpia el aire manteniéndolo purificado al menos por 30 años. Investigadores de DWI encontraron que 24 horas luego de la instalación de alfombras de pura lana en 5 edificios que tenían concentraciones de formaldehído por encima de los niveles recomendados por la OMS (0,05 ppm) su concentración bajó a niveles normales.

Lana no promueve el crecimiento de bacterias ni ácaros del polvo, ni emite gases nocivos. Además, las fibras son demasiado largas y gruesas para ser inhalada, por lo que la lana no irrita el sistema respiratorio ni desencadena reacciones alérgicas. Como material de aislamiento el uso de fibras artificiales es reciente y se basa en fibras finas y quebradizas, las cuales pueden desprenderse. Al liberarse y ser

inhalados pueden dañar al tracto respiratorio o causar severas irritaciones en la piel. Por este motivo durante la instalación de estos materiales se requiere vestimenta y máscaras especiales; estas precauciones no son necesarias con los aislamientos de lana.

3. Control de humedad

En los edificios sin ventilación la condensación de la humedad puede facilitar e crecimiento de hongos, mohos y bacterias, el crecimiento de los ácaros y el deterioro de decoraciones. Las alfombras (y cortinas) de lana ejercen un control amortiguador sobre los cambios significativos en la humedad de los interiores.

La Figura 3 muestra el efecto de la alfombra de lana en la reducción de la humedad relativa ambiente en cámara de prueba.

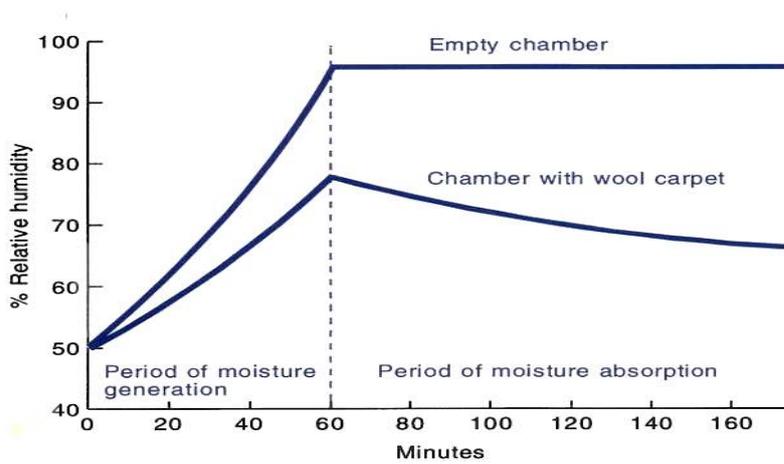


Figura 3. Efecto de alfombras de lana sobre la humedad relativa ambiente.

4. Resistencia al deslizamiento y la seguridad

En muchos países se tienen en cuenta el riesgo de producirse lesiones, resbalones y caídas y es obligatorio dar seguridad a las instalaciones de modo de garantizar la minimización de riesgos de accidentes.

Dos tipos de fricción están involucrados: la fricción estática (cuando el pie se apoya en el suelo) y la fricción dinámica (cuando el pie se desliza sobre el suelo). Debido a que la mayoría de los resbalones ocurren cuando una persona está en movimiento, la fricción dinámica es más apropiado cuando se considera el riesgo de deslizamiento entre dos superficies (es decir, la suela del calzado y el piso). Las mediciones de los coeficientes de fricción entre ese par de superficies se muestran en la Figura 4. El gráfico muestra que, en seco, las alfombras de lana resisten mejor el deslizamiento que otras superficies (madera barnizada y vinilo). Sin embargo, la ventaja de la lana con otras superficies se reduce cuando se trata de superficies mojadas.

En la Figura 4 se observa que la fricción cinética (que es el determinante más frecuente de las caídas) se redujo drásticamente de vinilo y madera barnizada cuando se mojan, mientras que hubo poco cambio en la fricción alfombra de lana.

Se ha encontrado que las alfombras de bucles tienen menor coeficiente de fricción (tanto estática como dinámica) que las alfombras de pelo cortado. Por esta razón,

alfombras de pelo cortado se ven favorecidas en lugares donde se requiere mayor tracción, por ejemplo, escaleras.

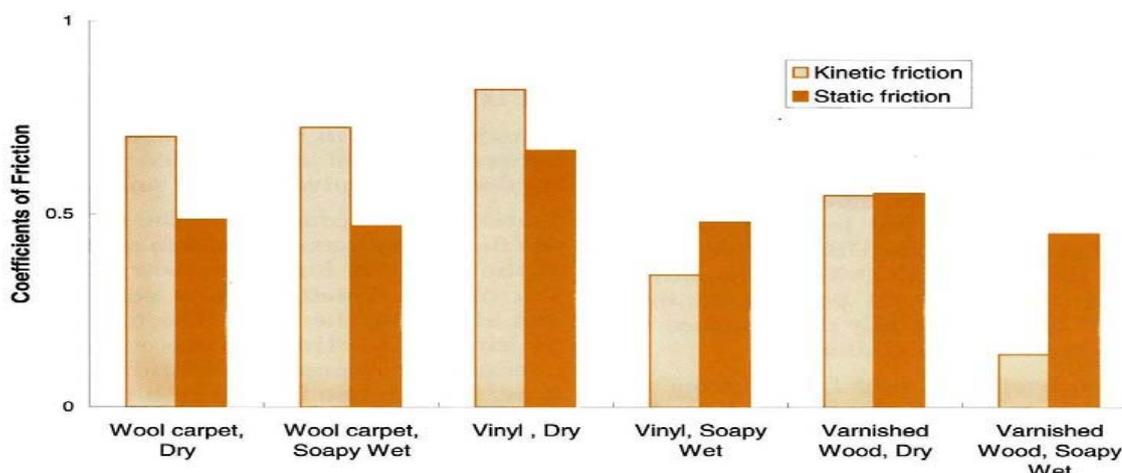


Figura 4. Comparación de coeficientes de fricción estática y dinámica usando calzado de hombre para varias superficies de pisos mojadas y secas.

5. Componentes del confort

Ventajas acústicas

Las alfombras han sido utilizadas desde hace mucho tiempo en aviones de pasajeros, cines, oficinas, etc., debido a sus propiedades acústicas, en particular su capacidad amortiguar o absorber sonido tanto de alta como de baja frecuencia y aislar impactos de sonidos. La porosidad de las alfombras permite que las ondas sonoras penetren y sean disipados en los pelos. Las alfombras de lana tienen propiedades acústicas especialmente buenas debido a los altos pesos y densidades de los pelos que las alfombras sintéticas. Se ha demostrado una relación positiva entre densidad y altura de los pelos de las alfombras y el Coeficiente de reducción de ruido (NRC) y el aislamiento de impacto, como se muestra en la Figura 5. Los valores de NRC para alfombras de uso intenso (*heavy duty*) están en el rango 0,5 a 0,7 y coinciden con los mejores materiales acústicos para cielorrasos. Las siguientes observaciones son también relevantes:

- Las alfombras de pelo cortado son mejores aislantes del ruido que las de bucle (loop). Una capa inferior puede contribuir a mayor absorción del sonido;
- Los tapices en las paredes tienen el mismo efecto de absorber sonido como una alfombra en el suelo;
- pisos de cerámicos producen 7 a 12 veces más ruidos de superficie que cuando están cubiertos por alfombras.

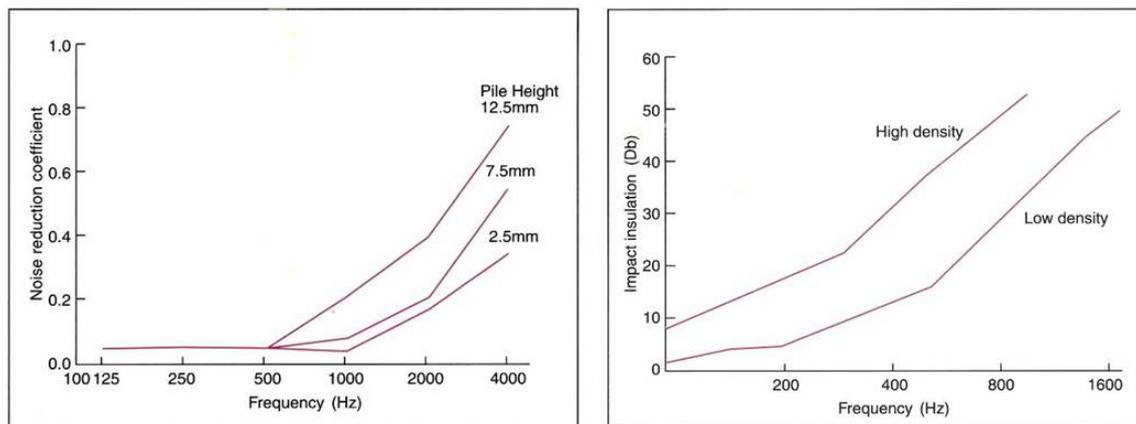


Figura 5. Efecto de la altura de pelos en el coeficiente de reducción de ruido (izq.) efecto de densidad de pelo en impacto de aislación (der.).

Aislamiento térmico

Las propiedades de aislamiento térmico de las alfombras de lana son beneficiosas en dos aspectos: (1) ahorro de energía y (2) comodidad para los ocupantes del edificio. El diseño de edificios tiene una fuerte influencia sobre los costos de calefacción y aire acondicionado. En los hogares, aproximadamente 10-20% del calor se pierde a través del piso; las alfombras de lana son aislantes y se puede ahorrar en promedio 11,3% del consumo de la energía doméstica. Las alfombras de lana aumentan la percepción de confort, ya que reducen la pérdida de calor por radiación desde el cuerpo hacia el suelo. Las alfombras de densidades intermedias de pelos (en lugar de las densas) tienen mayor resistencia térmica debido al aire atrapado dentro del pelo.

Comodidad de andar

Las diferencias en la percepción de comodidad cuando una persona camina sobre una alfombra se debe en parte al efecto de amortiguación de la pelo en la reducción del impacto cuando el pie golpea el suelo. Alfombras con alta resistencia a la compresión deben utilizarse para prevenir la fatiga muscular en lugares donde las personas tienen que caminar o estar de pie durante largos períodos de tiempo. Por otro lado alfombras suaves de fácil compresión son utilizadas en ambientes de lujo. Las alfombras confeccionadas con lana pueden cumplir con cualquiera de estos requisitos.

6. Resilicencia, retención de aspecto

La alta resilicencia de la lana, en la estructura de la alfombra, es un determinante de su gran vida útil frente a la presión del tránsito de personas y de ruedas (carritos, maletas y sillas de ruedas).

Con hilos bien confeccionados se logra alta capacidad de recuperación de la forma y se asegura conservación de su aspecto inicial aun luego de ser sometidos a las tensiones y presiones del uso cotidiano. En ensayos controlados se observó que los cambios en el aspecto de alfombras de lana son lentos, mientras que las alfombras de nylon y el poliéster exhiben cambios rápidos a corto plazo y a un ritmo mayor en el tiempo.

Las observaciones han demostrado también que los procesos normales de limpieza en húmedo tienen un mayor efecto restaurador sobre alfombras de lana que alfombras de sintéticos. Esto se debe a que el vapor de agua absorbida por las fibras de lana en el proceso de limpieza relaja las fibras de modo que volver a la configuración en el que se establecieron durante la fabricación. Esto ocurre debido a la naturaleza higroscópica de la fibra de lana que puede absorber hasta un 30% de su peso de humedad, sin sensación húmeda.

b. Ropa de cama

Cuando la lana se usa en ropa de cama crea un microclima que ayuda a regular la temperatura y la humedad del aire alrededor del cuerpo, proporcionando así un sueño reparador durante la noche. Estudios recientes mostraron que cuando se duerme debajo de un acolchado de lana aumenta en un 25% la duración de la fase de sueño REM (Rapid Eye Movement), donde las personas están completamente relajadas y suceden la mayor parte de los sueños. También se registraron pulsaciones cardiacas menores durante todo el sueño, lo cual produce mejores condiciones de descanso reduciendo los riesgos del Síndrome de Muerte Súbita Infantil.

El confort térmico

Lana proporciona un alto nivel de confort térmico, ya que es un aislante eficaz. El aire provee más de seis veces el aislamiento de cualquier fibra textil. El rizado de las fibras naturales hace que el aire quede atrapado entre las fibras, lo que permite la lana para proporcionar calor en condiciones frías. Esta propiedad aislante de lana garantiza que los cambios de temperatura en las camas son mucho más pequeños y más lentos que los cambios en la temperatura ambiente.

Manejo de la humedad

La ropa de cama de lana nunca se siente húmeda o pegajosa debido a que la humedad del aire es absorbida y almacenada por las fibras manteniéndola lejos de la piel. La humedad absorbida también puede ser difundida a la atmosfera. La Figura 6 compara la capacidad de las acolchados rellenas de lana y de poliéster en el control de la humedad de la cama. Un mejor control sobre la humedad y temperatura alrededor del cuerpo esta asociada a una frecuencia cardíaca más baja, mayor descanso y mejor sueño. Las pieles de lana demostraron ser beneficiosa para quienes sufren de artritis, reumatismo y otros problemas musculares, utilizándose en la prevención de escaras debido a una mejor distribución del peso del paciente y disminuyendo la presión sobre las zonas sensibles como los hombros, las caderas y los tobillos.

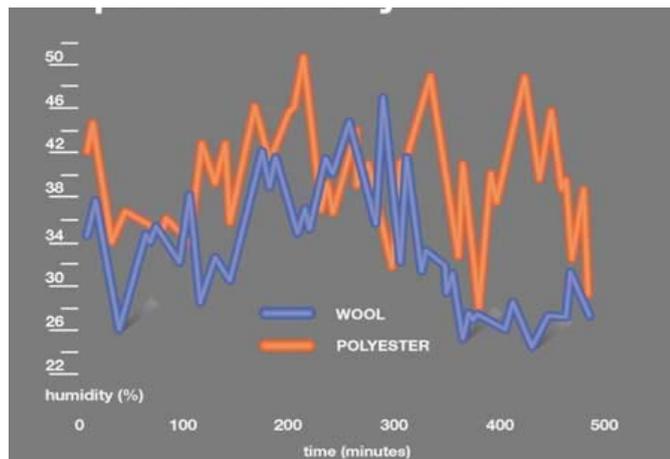


Figura 6. Control de la humedad en edredones rellenos de lana y poliéster.

Trabajos recientes de la Universidad de Sydney y The Woolmark Company en la ciencia del sueño han demostrado de forma concluyente que las personas respiran de forma más natural cuando duermen bajo edredones de lana que bajo sintéticos.

c. Cortinados y tapizados

La lana tiene una serie de atributos que mejoran el rendimiento de su atractivo como una tela de tapicería. Entre estos atributos son la seguridad contra incendios, reducción de la transferencia excesiva del ruido, control interno de la humedad o su capacidad para ofrecer asientos confortables.

La espuma de poliuretano usada ampliamente en rellenos en la decoración, es un material muy inflamable y produce grandes cantidades de humo y gases tóxicos cuando se incendian. Si bien los almohadones de poliuretano están casi siempre cubiertos de tela, la capacidad de protección contra la ignición de estas varía ampliamente.

Pruebas de encendido se han llevado a cabo sobre una serie de telas de tapicería incluidos lana, polipropileno, acrílico, nylon, algodón y lino (puros) y mezclas (acrílico / algodón / rayón y algodón / rayón). Los resultados confirmaron que los tejidos compuestos de fibras de celulosa son propensos a la ignición por combustión lenta (por ejemplo, de los cigarrillos), mientras que los compuestos de fibras sintéticas se inflaman fácilmente por fuentes tales como fósforos.

d. Confort en asientos

Las investigaciones realizadas por el Organismo Sueco de Investigación Textil Instituto (Tefo) mostraron que sobre una gama de asientos disponibles en el mercado en condiciones simuladas de la vida real de viaje, las telas de lana se calificaron consistentemente como el más cómodo, por un margen sustancial sobre otros de acuerdo a como sintieron la acumulación de humedad y temperatura. Mientras que este estudio se llevó a cabo en telas de tapicería de automóviles, los resultados son claramente pertinentes también para la tapicería comercial y doméstica.

1.2 Diferenciación de otras lanas Superfinas/Finas. Declaración de Riesgos de Contaminación de lanas Coloreadas y Meduladas. Medición Objetiva de Fibras coloreadas y meduladas

La contaminación con Fibras Coloreadas y Meduladas (FCM) es un tema que requiere ser tratado por productores, clasificadores de lana, programas de mejoramiento de la calidad, procesadores y los organismos de supervisión, comercialización y exportación de la lana. El problema se basa en que las fibras oscuras forman un defecto visible en los productos blancos y pastel, y las fibras meduladas no pueden tomar suficiente tinte y se destacan en productos de color. Por consiguiente, las fibras coloreadas y meduladas, limitan la flexibilidad en el uso final.

El mestizaje de majadas Merino ocurrido en Australia, debido al interés en la producción de carne, generó una situación oportuna para la transferencia de fibras pigmentadas y fibras meduladas que fomentaron la necesidad de una mayor toma de conciencia de los riesgos comerciales que acarrear los cruzamientos. Cuando se identifican fibras oscuras o meduladas en lotes de lana sucia, los descuentos aplicados pueden ser sustanciales. Muchas veces las fibras se presentan como grupos esporádicos o aislados en la lana y pueden escapar fácilmente del reconocimiento visual y causar problemas en el procesamiento posterior. Solo cuando los contaminantes están ampliamente dispersos en un lote de lana una muestra de calado puede ser representativo para realizar una medición objetiva de la misma. Normalmente la contaminación se identifica en las últimas etapas del procesamiento cuando ya se ha agregado mucho valor a la fibra. La reparación de las fallas es muy costosa cuando hay que hacerla sobre las telas o las prendas de vestir.

En Australia se ha implementado una Declaración de Riesgo de Contaminación con Fibras Coloreadas y Meduladas (DMFR), confeccionada por el productor, de modo que se especifican ciertos datos de la explotación y que se junta a la información de los clasificadores y los análisis de rutina para la venta. La declaración se basa en un sistema de predicción por pigmentación por orina y relacionados a la edad pero añade la contaminación procedente de los contactos con determinadas razas de alto riesgo (Awassi, Karakul, Damara y Dorper). El esquema busca garantizar la calidad en la producción y comercialización en base a la correcta prácticas de cría y manejo y la preparación y comercialización de lana esquilada de modo de declarar, separar y describir de manera adecuada situaciones de riesgo de contaminación con FCM. También se utiliza para diferenciar lanas de ovejas Merino entre si, tal como Australia lo utiliza para diferenciarse de lanas Merino producidas en otros países (Sudáfrica y Argentina, principalmente).

La proporción de ovejas de colores o meduladas y la extensión de estos contaminantes potenciales en las instalaciones utilizadas (y compartidas) por los ovinos hace variar la dispersión de estos contaminantes. El contacto estrecho y prolongado en potreros, bretes mangas y corrales facilita la exposición y dispersión. Otros factores pueden influir en la transferencia de contaminantes de fibra entre las ovejas y su persistencia en el vellón (por ejemplo, muda de fibras, lana dejada en postes, alambrados, cercos y corrales, falta de limpieza en galpones de esquila, etc.). Los cruzamientos terminales entre razas Merino y carniceras a menudo muestran una explosión de coloración entre la descendencia mestiza (F1), los corderos cruzados

con machos de color, pueden representar un alto riesgo de transferir las fibras pigmentadas «ocultas» en la lana de la oveja madre (Merino). Un largo período entre el destete de los corderos y esquila de las ovejas puede permitir una cierta reducción en la concentración de fibras de contaminantes, pero la espera por sí sola no es una estrategia efectiva para reducir la contaminación.

El Código de Práctica AWEX proporciona orientación sobre el nivel estimado de riesgo de causar contaminación (nivel 1 = tipos Merino al nivel 5 = Awassi, Karakul, Damara y Dorper). El código proporciona también marcas especiales para lanas de color (BLK), lanas muy meduladas o para alfombras (CW y Kemp), Además, los fardos de lana blanca Merino o cruza con alto riesgo de contaminación por fibras pigmentadas son marcadas con el sufijo Y (por ejemplo, AAAM Y) y las altamente meduladas son marcadas con el sufijo P (por ejemplo, AAAM P).

Estos sufijos se aplican cuando se constata el contacto con algunas de las razas problema o cuando directamente se observan las fibras contaminantes. Se considera contacto con razas exóticas el tiempo de servicio, cualquier etapa del crecimiento de la lana durante o después de la cría de corderos mestizos y cualquier otra forma de contacto prolongado. También se debe declarar que tipo de machos se usaron para la encarnada y si se ha practicado descole previo.

A pesar de que disponen de un método objetivo de medición preventiva para la detección de FCM, la industria lanera australiana sigue dependiendo de las declaraciones de DMFR enmarcadas en el Código de Práctica de AWEX para garantizar que los lotes objetables sean debidamente separados y descriptos (Figura 7).



Figura 7. Material de divulgación australiano relativo a la Declaración de Riesgo de Contaminación con Fibras Coloreadas y Meduladas.

Trabajos de AWTA han establecido la relación entre el riesgo y el nivel de contaminación para lanas australianas, que determinan su utilización final (Tabla 2).

Tabla 2. Cantidad de fibras contaminantes que se espera encontrar para cada grado de contaminación.

Grados de Riesgo	Nivel estimado de contaminación (fibras/kg)
1	Menos de 50
2	50 – 100
3	100 – 200
4	200 – 500
5	Mas de 500
6	FCM de razas exóticas

Observaciones: Grados 1 y 2 son adecuados para usos finales sensibles.

< 100 fibras coloreadas/kg para colores blanco/pastel.

< 100 fibras meduladas /kg para tinciones de colores oscuros.

1.3 Revisión teórica de la detección del umbral para la contaminación con fibras meduladas y reporte sobre el estado de avance en el análisis de muestras de calado de lotes comerciales

Las fibras meduladas contienen un canal central o médula que es ocupado por residuos celulares y estanques de aire que se observan al microscopio como áreas oscuras, las áreas claras corresponden a la fibra propiamente dicha. Debido al fenómeno de refracción, la luz incidente se refleja de distinta forma en las fibras meduladas que en las fibras macizas dando un brillo característico a las primeras, por otro lado la médula afecta el teñido de las fibras al haber menos absorción de tintes. Cuanto mayor la médula, mayor es la reflexión de la luz y menor la absorción de tinte.

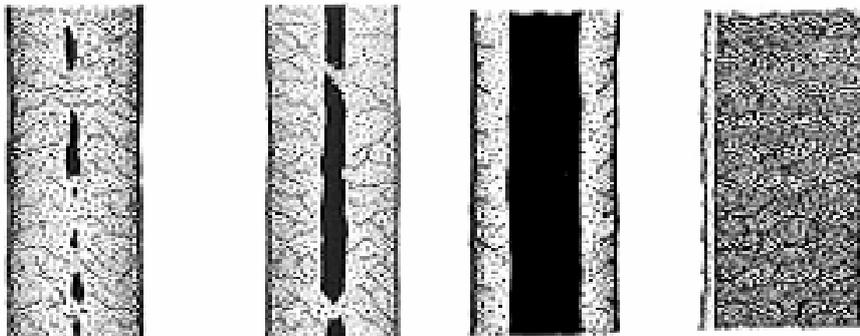


Figura 8. Ejemplos de fibras con distinto tipo y grado de medulación.

Tradicionalmente la medulación no es un problema en las lanas Merino pero el aumento del número de razas exóticas utilizadas en Australia aumento el potencial de contaminación (y los reclamos de compradores de China por lotes contaminados) surgiendo la necesidad de desarrollar un método de análisis sobre muestras de calado.

Las fibras de lana son *semi-translúcidas*; reflejan y transmiten la luz incidente. En ausencia de cualquier pigmentación las fibras de lana absorben una pequeña parte de

la luz incidente y por consiguiente se observan de color blanco. La reflexión de luz ocurre porque el índice de refracción de las fibras de lana (1,55) es diferente a la del aire (1,00). Sin embargo, si las fibras de lanas blancas son sumergidas en benzol, un solvente con un índice de refracción de la luz de 1,54 se vuelven virtualmente transparentes.

Si las fibras son pigmentadas (fibras coloreadas u oscuras) entonces algo de la luz incidente se absorberá y podrán verse contra un fondo blanco.

Las fibras meduladas, debido a su medula interna, reflejarán la luz incidente, viéndose blancas a pesar de estar contra un fondo negro.

Los resultados de los primeros trabajos sobre contaminación de fibras meduladas en muestras calado mostraron las diferencias esperadas entre grupos (Tabla 3).

Las principales características del método desarrollado son que se analiza sobre una muestra de 20 g de material calado y limpio y que identifica, mediante un software que analiza imágenes, las fibras con brillo mayor al valor umbral y largo mayor a 3 mm.

Tabla 3. Nivel de contaminación con fibras meduladas para distintas clases de lana Merino y lanas cruza.

Clase de lana	No. de muestras	Fibras Meduladas /10g
Merino: Vellón	2306	6
Corderos	188	121
Recortes	293	33
Descoles	35	29
Cruzas	374	199

Australia ha venido insistiendo sin embargo que no todas las fibras meduladas producen problemas en el teñido sino sólo aquellas en que la médula ocupa un volumen importante de la fibra, definiendo como **umbral de contaminación por medulación** aquel valor al cual la medulación de la fibra hace que sea considerada como contaminante (“fibras altamente meduladas”). De acuerdo al método ASTM D2968 se da cuando el grado de medulación es mayor a 0,6. En un estudio de AWI en donde se monitorearon e inspeccionaron fibras meduladas desde el top hasta las telas, con la finalidad de localizar fibras de un amplio rango de diámetros y grado de medulación, que implicarán fallas (Figura 9), se concluyó que el valor de 0,8 es más adecuado que el propuesto por ASTM y que se debe tener cuidado en extrapolar niveles de contaminación preventiva (lana sucia) a tops y telas.

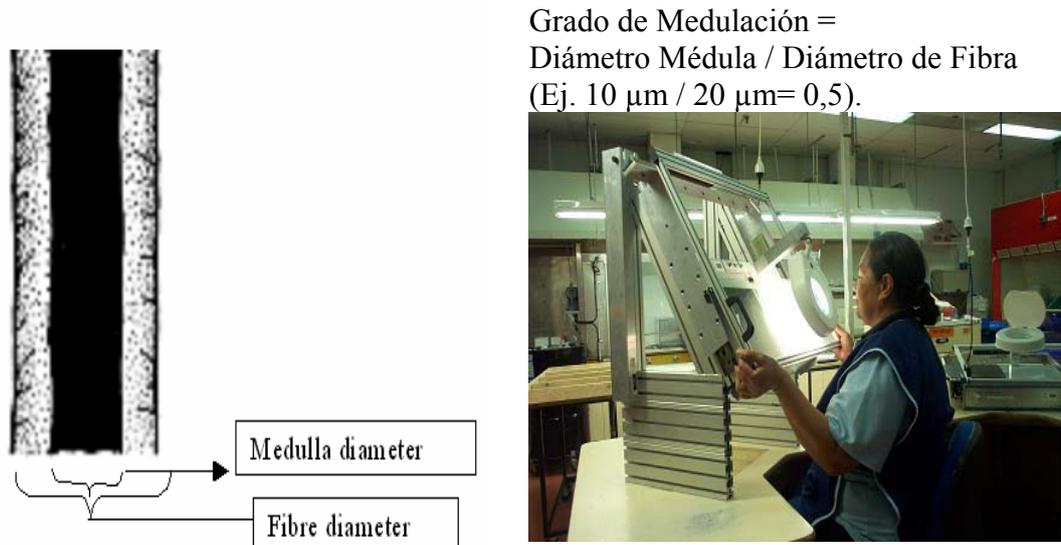


Figura 9. Esquema representativo del Grado de Medulación.

Tabla 4. Grado de medulación de fibras contaminantes en tops y telas.

Producto	Clasificación de la falla	Número de fibras	Dimetro de Fibras	Grado de Medulación
Tops	Claramente objetables		75	0.9
	Marginalmente objetables		50	0.8
Tela <i>worsted</i>	Marginalmente objetables	12	50	>0.9
	Marginalmente objetables	12	50	0.8
Tela <i>woollen</i>	Claramente objetables	10	>50	>0.9
	Marginalmente objetables	14	50	0.8

Estudios que han tratado de relacionar la contaminación con FCM entre lotes de lana sucia y tops encontraron una relación positiva solo en 3 de cada 4 casos y que la naturaleza aglutinada de las fibras coloreadas (tanto las pigmentadas como las coloreadas por orina) hace improbable la representatividad de las muestras (Balasingam *et al.* 2007).

En un estudio exploratorio sobre la contaminación en lotes de distinto país de origen con la finalidad de caracterizar lanas australianas encontraron que las lanas australianas tuvieron menor nivel de contaminación con FCM (Tablas 5, 6 y 7). Lanasy Merino australianas tienen bajo nivel de contaminación con fibras meduladas y la mayoría de los lotes de lanas australianas son aptos para usos finales sensibles. Lotes de lana australiana tienen menores niveles de contaminación con fibras extrañas.

Tabla 5. Nivel de contaminación con fibras coloreadas y meduladas en lotes de lanas sucia de distintos orígenes.

Grupo	Parámetro	Promedio	Máximo
100% AUST	Fibras Meduladas (mf/kg)	162	11050
	Fibras Coloreadas (df/kg)	160	29450
100% AUST Vellón < 24 µm	Fibras Meduladas (mf/kg)	36	3820
	Fibras Coloreadas (df/kg)	35	1870
Otros países	Fibras Meduladas (mf/kg)	2282	39420
	Fibras Coloreadas (df/kg)	2160	40600

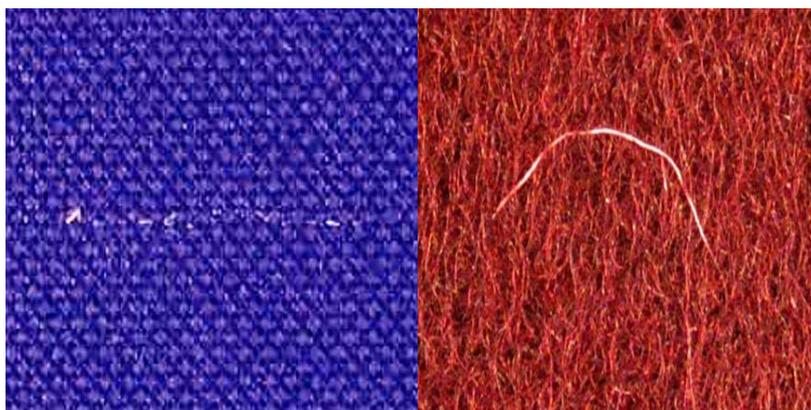
Tabla 6. Contaminación con fibras pigmentadas y coloreadas por orina en lotes de lana de distintos orígenes.

Grupo	Parámetro	Promedio	Máximo
100% AUST	Fibra coloreada por orina (df/kg)	106	28570
	Fibra coloreada por pigmentación (df/kg)	42	17680
100% AUST Vellón < 24 µm	Fibra coloreada por orina (df/kg)	12	530
	Fibra coloreada por pigmentación (df/kg)	7	290
Otros países	Fibra coloreada por orina (df/kg)	1902	40600
	Fibra coloreada por pigmentación (df/kg)	207	8310

De acuerdo a los resultados las lanas Merino de Australia son libres de fibras coloreadas y meduladas. Sus principales organizaciones (AWTA, AWI, AWEX) recomiendan continuar con actitud proactiva en pos de mantener o mejorar esa reputación (en el primer año de aplicación hubo una adopción del 30% y se chequea mediante monitoreo con mediciones objetivas el 1,5% de los lotes).

Tabla 7. Contaminación con fibras teñidas y fibras extrañas en lotes de lana de distintos orígenes.

Grupo	Parámetro	Promedio	Máximo
100% AUST	Fibra de lana teñida (df/kg)	13	1780
	Contaminantes no-lanosos (n/kg)	12	720
100% AUST Vellón < 24 µm	Fibra de lana teñida (df/kg)	16	1780
	Contaminantes no-lanosos (n/kg)	13	720
Otros países	Fibra de lana teñida (df/kg)	4	180
	Contaminantes no-lanosos (n/kg)	57	2050

**Figura 10.** Fallas por contaminación con fibras meduladas en telas.

2. Estrategias de promoción, desarrollo y marketing

Promoción y Desarrollo

Las estrategias apuntan a aumentar el consumo de lana en diversos sectores, desde el diseño de telas para todas las estaciones, de alta performance en la protección individual, de durabilidad y fácil cuidado para el sector de servicios o de exclusividad y lujo en ropa interior; están siempre asociadas a reconocidos diseñadores y *retailers*.

La búsqueda de telas más suaves y livianas empujó la demanda de productos de cashmere a competir fuertemente en tejidos de punto en las fibras lujosas con la lana. Sin embargo la *commodización* del cashmere a precios sustancialmente menores creó la oportunidad de mezclarlo con lana superfina. Por otra parte la mezcla es una alternativa mas económica que 100% cashmere sin perder calidad. Las técnicas de terminación de productos del cashmere se adaptan completamente a la lana aportando suavidad y funcionalidad. Los mismos criterios se aplican a las mezclas con mohair.

También es preciso mencionar que telas extremadamente livianas dan problemas en la confección y se hace difícil justificar las diferencias de precios en los extremos de

finuras. Por lo tanto se pretende salir de los extremos y consolidarse en los 16 a 18 micrones.

Usos de lana en Arquitectura y Diseño de Interiores

La IWTO realizó un proyecto educativo para la lana en el sector de textiles para interiores. El proyecto fue ejecutado en Christchurch, Nueva Zelanda, a principios de abril de este año. Comprendió un seminario de cinco días, con once arquitectos de las firmas más importantes del mundo. Este evento está dirigido a renovar el interés y la comprensión de los arquitectos en el uso de la lana, tanto en edificios residenciales y comerciales y cubrirá las alfombras, ropa de cama y otros usos de textiles de interior. Los beneficios de usar lana en lugar de fibras sintéticas, especialmente por su lujo, y atributos de salud así como de seguridad (la resistencia al fuego) serán los temas principales del seminario. El en foque de este seminario podrá aportar a la industria de la lana beneficios a largo plazo que debería aumentar la demanda de lana en el sector de Textiles de Interiores. Estos arquitectos se encuentran entre los más influyentes y podrían cambiar la forma en que especifican las terminaciones, especialmente en los grandes edificios como hoteles y edificios de oficinas donde es importante fomentar un uso más amplio de la lana. Los participantes proceden de Bélgica, Dinamarca, Alemania, Japón, España, Holanda y EE.UU.

Textiles de interiores y alfombras. HRH [Prince Charles Campaign](#)

Durante la exposición American Carpet and Flooring Show “SURFACES”, la cual se lleva a cabo cada año en Las Vegas, Nevada (USA) se proyectó un video con un mensaje del príncipe Charles en el cual sostuvo no solo que la lana debe ser usada sino que el uso de fibras sintéticas en ese sector debe ser evitada a cualquier costo. El proyecto de promoción de la lana con el príncipe Charles es un proyecto compartido por la British Wool Marketing Board, la New Zealand Wool Industry y la Woolmark, así como por la IWTO.

Políticas y lobbying a favor del uso debido de la palabra lana. Consejo de UE

La industria lanera pretende defender intereses políticos y económicos del sector ante gobiernos y organizaciones apoyando los derechos del consumidor en cuanto a seguridad contra el uso de marcas y afirmaciones falsas o que producen confusión. Busca establecer un sistema de identificación y trazabilidad de productos de lana, detallado y amigable para el consumidor que le permita a este tener confianza en los atributos de calidad de la lana. Sin embargo, es necesario el apoyo de los gobiernos y de sus respectivos cuerpos regulatorios para proteger este importante beneficio. La orden del día 20-05-2010 el Parlamento Europeo votó afirmativamente una propuesta de la IWTO. El tema votado busca asegurar que todos los productos de fieltro deben ir etiquetados en el futuro citando el material contenido. Esto significa que los fieltros elaborados con productos sintéticos no pueden más ser vendidos sin

mencionar esa condición, lo que debería reducir al mínimo el uso indebido de "dar al consumidor la impresión equivocada de que todos los fieltros son de lana". Con esta nueva directiva, todos los productos de fieltro deben ahora demostrar que tipo de fibra los constituye. El problema fue reportado en las "enmiendas 64 y 65" (para más información seguir el link

<http://ec.europa.eu/avservices/player/streaming.cfm?type=ebplus&sid=160166> .

Como último paso, el voto debe de ser ratificado por el Consejo Europeo de Ministros antes de que pueda ponerse en práctica. Este voto es un paso importante para la industria de la lana.

En el mismo sentido la hilandería y fábrica de alfombras SHAW Inc de EEUU, perdió una demanda por parte de la IWTO por mal uso de la palabra lana en la cual nombraba y promocionaba su colección de alfombras hechas de 100% nylon con el nombre lana. La firma Shaw Inc tuvo que realizar un anuncio oficial y renombrar su colección.

Lana orgánica y medición de residuos de pesticida

En los últimos años la producción, comercialización, procesamiento y certificación de lana orgánica para transformarla es un *speciality* ha estado en continua discusión por parte de la IWTO. Muchos piensan que la promoción debería basarse en otros atributos de marketing propios de la lana ya que podría afectar el posicionamiento de la lana "no orgánica".

La lana orgánica es en la actualidad una oportunidad, un nicho de mercado, que si bien en el presente su oferta y demanda es muy limitada (<1,5%) mucho esfuerzo está siendo dedicado a dar un marco en los aspectos productivos, comerciales y legales que la contengan.

Para este tipo de producto se presenta a futuro interrogantes tales como crecimiento de la demanda, incrementos en el precio (los cuales se estiman entre 5 y 15%), tipos de lanas que serian demandadas o si la producción orgánica trae aparejado una reducción de la productividad.

Muchos productores han puesto su foco en minimizar o eliminar el uso que químicos para lograr una producción de lana sustentable y más redituable. También se reconoce que la demanda de los consumidores por productos "eco" está aumentando rápidamente y la introducción de lineamientos ambientales mas rígidos para la disposición de efluentes del lavado de lana en plantas, tanto de Europa como de China, que podrían resultar en un aumento del interés de compradores por lana con bajos o nulos residuos de pesticidas.

En febrero de 1999 la Unión Europea (EU) incluyó a productos textiles como parte de sus requerimientos para productos con etiqueta ecológica (*eco-label*), simplificando la entrada de productos provenientes de fuera de la EU que cumplen con estos criterios. El desafío actual es identificar aquellas fabricas que puedan procesar usando las practicas de cuidado del ambiente necesarias para cumplir con

los requerimientos de las *eco-labels* (ergo, aceites de ensimaje, lubricantes, detergentes, blanqueadores, solventes y tinturas deben ser biodegradables)¹.

Las *eco-labels* para productos textiles, permitirían a los consumidores reconocer las prendas hechas con lanas de bajos residuos químicos y procesados usando métodos de protección ambiental. Tanto la producción como el procesamiento de lana orgánica están encuadrados dentro de un sistema de adhesión voluntaria.

Debido a la diversidad de reglamentaciones vigentes en los países exportadores de lana para la certificación de productos orgánicos. Es posible que en el futuro la única manera viable de probar o garantizar una certificación orgánica no sea a través de certificación del establecimiento ganadero sino de los niveles máximos de pesticidas permitidos en los productos finales.

Las *eco-labels* no implican residuos nulos en la lana pero los límites actuales permitidos se pueden alcanzar en muchos casos en sistemas de producción tradicionales. Para las *eco-labels* se fijaron límites para organofosforados (OP) (ej. diazinon), piretroides sintéticos (SP) y reguladores de crecimiento de insectos (IGR) que incluyen al diflubenzuron y triflumuron. Otros IGR como ciromacina y diciclanil están exceptuados por considerarse de bajo riesgo ambiental.

Los límites de pesticidas actuales para lotes de lana sucia se pueden ver en la Tabla 8.

Tabla 8. Niveles de pesticidas permitidos en lana sucia en las *eco-labels*.

Organofosforados Totales	Menos de 2 mg /kg
Piretroides sintéticos Totales	Menos de 0,5 mg/kg
Reguladores del crecimiento de insectos	Menos de 2 mg /kg

Por el momento, la disponibilidad de lana orgánica certificada de Argentina por intermedio de la OIA (bajo el Estándar de SENASA) es de alrededor de 1 mkg (en Australia alrededor de 0,3 mkg), lo que en términos de producción de lana no es despreciable, más aún, existe potencial para aumentar el volumen certificado en diversas zonas de Patagonia. Lo cual posicionaría muy bien a Argentina en este nicho.

En Uruguay también hay un crecimiento y desarrollo de la infraestructura del mercado para lana orgánica, allí sin embargo tienen la ventaja de que la producción se hace de acuerdo al Estándar EU2092/9 y el procesamiento se ajusta a la norma GOTS (Global Organic Textile Standard).

El nuevo estándar de lana orgánica que ha sido desarrollado por la industria lanera fue ratificado en el reciente Congreso de la IWTO de Beijing (2008), la cual está estrechamente alineada con GOTS, adicionalmente los productos orgánicos deben cumplir las normas del país en donde se pretenda vender ese producto. Esto está directamente relacionado a la presentación argentina en la reunión de IWTO en Frankfurt 2009 (*...Argentinean Committee must demonstrate legal acceptability of it in EU*). Por otra parte, se advirtió sobre las consideraciones que se deben tener respecto al mal uso intencional o no de la palabra orgánico, o producido orgánicamente, que desencadena competencia desleal o confusión en el consumidor,

¹ La alemana WBK precursora en procesamiento de orgánicos ha dejado de procesar este tipo productos.

ni usarse como un herramienta de marketing para hacer creer a los consumidores que la calidad de la lana orgánica es mejor que la no-orgánica, lo cual podría ser contraproducente para las industrias (>98% del volumen mundial). La IWTO se encuentra discutiendo las definiciones de “lana producida orgánicamente”, “productos de lana orgánica” y “producto que contiene lana orgánica”. Un producto que contiene lana orgánica debe ser, de acuerdo a la IWTO, fabricado a partir de una mezcla de lana producida orgánicamente, con otras fibras certificadas orgánicas y donde la lana constituye más del 50% de la mezcla. Una vez más, debe ser transformada de acuerdo con los estándares de GOTS y los transformadores deben ser certificados. También debe cumplir los requisitos de tratamiento de desechos de la autoridad local de control ambiental.

Particularidades de los métodos para el análisis de organofosforados, piretroides sintéticos, organoclorados y Diflubenzuron/Triflumuron en lana sucia

Antecedentes

- En 2008 la IWTO definió eco-lana como aquella procesada en concordancia con EU eco-label.
- La EU eco-label requiere el análisis de residuos de pesticidas en la lana sucia usando el método IWTO 59.
- La IWTO solicitó información sobre rondas de ensayo para medir aptitud y conformidad en ensayos y muestreos.

El método IWTO 59 es no prescriptivo, permitiendo a los laboratorios optimizar los métodos de detección de los analitos que requieran, para explorar nuevas tecnologías analíticas y para mantener los costos tan bajos como sea posible.

Tiene dos requerimientos principales: los laboratorios deben desempeñarse adecuadamente en el programa interlaboratorios, aprobado por la IWTO y acreditado por ISO/IEC 17025 para el análisis de residuos pesticidas en lana sucia.

La norma ISO/IEC 17025, a su vez, requiere la demostración de la capacidad técnica del laboratorio así como un detallado análisis de la variabilidad analítica y de muestreo.

Dado que el elevado contenido de materia grasa (wax) causa condiciones cromatográficas inestables, se recomienda una extracción inicial por GPC (cromatografía de permeación en gel) y una extracción secundaria basada en sílica de la fracción de pesticida para coleccionar 2 subfracciones:

- “SubFracción A”. Material conteniendo organoclorados y piretroides sintéticos, pero poca cera. Utiliza CG (cromatografía gaseosa) con ECD (detector de captura dual de electrones) inespecífico.
- “SubFracción B”. Material conteniendo pesticidas organofosforados, pero también esteroides, ácidos grasos, alcoholes. Utilizar CG con un detector específico para fosforados.
- Para extracción de diflubenzuron y triflumuron realizar extracción de sílica separada del extracto original, cuantificar usando HPLC (cromatografía líquida de alta performance) con chequeo del espectro UV.

Precisión

- Korth *et al.* mostraron que los resultados del programa de aptitud de IWTO es consistente con otros programas interlaboratorios de análisis químicos (Shanghai Report STG 01).
- Russell y Nunn (2004) mostraron que en el análisis de lana australiana el muestreo y submuestreo son la mayor fuente de incertidumbre. Para un objetivo de 10 mg/kg, lanas en las que se obtengan 14,7 mg/kg en un solo espécimen o 14,0 mg/kg en especímenes duplicados no deberían ser excluidas (Shanghai Report RWG 07).
- Para embarques de lana australiana esta incertidumbre no tiene incidencia en el cumplimiento de los criterios de EU eco-label.
- Las incertidumbres de muestreo para lanas con otros sistemas de muestreo y venta podría ser diferente.
- Adecuación con ISO/IEC 17025 (y por lo tanto con IWTO DTM 59) requiere una detallada valoración de la incertidumbre analítica para cada sistema de muestreo de lana.

Referencias

- AWEX 2009. Code of Practice.
- AWTA. Wool trading requirements and technical limitations of IWTO test methods.
- Balasingam A, Mahar T, Fish V, Alaya-ay AR y Fleet MR. 2007. The relationship between greasy and processed dark fibre contamination from exotic sheep breeds in samples of commercial Merino sale lots (Edinburgh Report CTF 02).
- Evans D. 2007. Guidelines for producing European eco-label, low or nil residue wool. Fact Sheet 265. Department of Agriculture and Food.
- Fleet M. 2004. Dark fibre control in sheep and wool. Fact sheet SARDI.
- Fleet M. 2004. Wool contamination: Pigmented and highly medullated fibres. Fact sheet SARDI.
- Fleet M, Mahar T y Denney S. 2001. The detection of pigmented and medullated fibre in core samples of commercial sale lots from Merino ewes mated to Damara fat tail rams (Nice Report CTF 02).
- IWTO Arbitration agreement and other international agreement.
- IWTO Specifications.
- IWTO Regulations.
- IWTO 2009. Market information.

- Korth W, Ralston J, Maddalena S y Russell I. 2004. Preliminary estimates of between laboratory variability from rounds 1 -4 of the IWTO wool residue interlaboratory proficiency program 1999-2001 (Shangia Report RWG 07).
- Nunn C, Grundy L y Russell I. 2006. Robust extraction and clean up method of organophosphates, synthetic pyrethroids, organochlorines, diflubenzuron and triflumuron on raw wool (El Cairo Report RWG 04).
- Nunn C, Russell I y Willems S. 2005. Residues of pesticides in Australian wool 2004-2005: results from AWI Survey. (Biella Report RWG 03).
- Ryder y Stephenson. Wool growth. Academic Press.
- Russell I y Nunn C. 2004. Request for participants for revised IWTO wool residue interlaboratory proficiency trials (Shangai Report RWG 06).
- Russell I. 2006. Pesticides residues: Implications for future wool marketing. CSIRO.
- TEAM3. 2001-2004. Report on trials evaluating additional measurements.

Tecnología de carne ovina: Calidad de carne

María Zimmerman

El objetivo de la producción de carne es atender las necesidades nutricionales de la población con productos demandados por los consumidores.

Actualmente el consumidor otorga gran importancia a temas como el sabor, la salud, la calidad y el medioambiente, desplazado a otros aspectos tradicionalmente importantes como el precio, y exige cada vez más, carnes de ganado criado bajo estrictos controles de calidad. Esto lleva a que el sector cárnico desarrolle una política de certificación de la calidad del producto obtenido que contribuya a definir el valor comercial de la carne.

Calidad es un término complejo del que no existe una única definición que sea válida.

La calidad de los alimentos puede ser considerada desde diversos puntos de vista. En el caso de la carne, podemos hablar de calidad:

- ✓ Nutritiva: Según el contenido en nutrientes.
- ✓ Higiénica: Según la carga microbiana, presencia de residuos, etc.
- ✓ Sensorial u organoléptica: donde se valoran caracteres externos (que se perciben con la vista) y caracteres que se aprecian en el momento de la masticación.
- ✓ Tecnológica: dependiendo de la aptitud de la carne para la elaboración de productos cárnicos.

Las principales características que se tienen en cuenta al analizar la calidad de la carne son:

Parámetros físicos:

- pH
- Color
- Textura (dureza)
- Capacidad de retención de agua (CRA)

Parámetros químicos:

- Composición química de la carne
- Composición química de la grasa

Parámetros sensoriales:

- Perfil sensorial
- Perfil de aroma
- Perfil de ternura

pH

Una vez ocurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del músculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el período *postmortem*: el establecimiento del *rigor mortis* y la maduración. El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del *rigor mortis* es la acidificación muscular.

Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico. Este último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular.

Tanto el valor final del pH o pH último (pHu), que es medido aproximadamente a las 24 hs después del sacrificio, como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas de la carne.

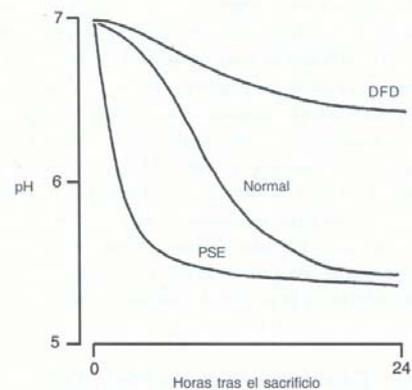
El proceso de acidificación dura normalmente 4-5 hs en porcinos, 12 -24 hs en ovinos y 15-36 hs en vacunos.

El pH desciende en los músculos típicos de mamíferos desde valores cercanos a 7-7,3 hasta valores entre 5,5 y 5,7 en las primeras 6 a 12 hs del sacrificio. Por encima de estos valores, el glucógeno estaría ausente del músculo en condiciones normales. La cantidad de glucógeno que haya en los músculos antes del sacrificio dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés físico y fisiológico a los animales. Por esto, el pH muscular resulta ser entonces una medida interesante para cuantificar el nivel de reserva energética en el músculo, además de permitir valorar cómo ha sido tratado el animal antes del sacrificio.

Las carnes PSE (pale, soft, exudatives) y DFD (dark, firm, dry) son los dos principales problemas de calidad con los que se encuentra la industria cárnica. El defecto PSE afecta a los cerdos (aunque también se la ha descrito en carne de pavo), mientras que el DFD está presente en todas las especies.

La carne PSE es aquella que posee un pH inferior a 6 en los primeros 45 minutos *postmortem*. Mientras que la carne DFD es aquella que posee un pH igual o superior a 6 después de las 12-48 hs *postmortem* (dependiendo de la especie). (Figura 1).

Figura 1. Valores del pH postmortem normales, PSE (pale, soft, exudatives) y DFD (dark, firm, dry).



La influencia que tiene el manejo que recibe el animal sobre la calidad de su carne se debe al efecto que tiene el mismo sobre las reservas de glucógeno muscular: Cuando la concentración de glucógeno muscular es la adecuada, se produce una perfecta acidificación de la carne. Si las reservas de glucógeno se agotan antes del sacrificio, debido a que los animales sufrieron estrés con una intensidad sostenida durante un período largo, la acidificación *postmortem* será limitada ya que no habrá glucógeno muscular disponible para transformarse en ácido láctico, por lo tanto el pH muscular no descenderá hasta los valores normales, resultando en un pHu mayor a 6. Esto

puede llevar a la aparición de carnes DFD que se caracterizan por ser oscuras, con alta capacidad de retención de agua, de aspecto seco en su superficie y de consistencia gomosa, lo cual afecta negativamente su apariencia. La comercialización de las carnes DFD o “carnes de corte oscuro” conlleva ciertas dificultades, ya que el consumidor asocia su color oscuro a animales viejos o a carne almacenada en malas condiciones. Otro importante defecto que tienen estas carnes de elevado pH es su gran susceptibilidad al deterioro microbiano.

En el caso contrario, en situaciones de estrés agudo e inmediato antes del sacrificio, como por ejemplo al mezclar animales en los corrales de espera al matadero, el glucógeno muscular es utilizado para obtener la energía que demanda el animal en las peleas y agresiones, acumulándose ácido láctico en el tejido muscular. Este ácido no se elimina del músculo, ya que el sacrificio es inmediato tras su producción. Se produce un descenso rápido del pH *postmortem*, alcanzando valores inferiores a 6 en los primeros 45 minutos después del sacrificio. Este pH se mantiene también a las 24 hs, y da lugar a la aparición de carnes de tipo PSE que se caracterizan por ser carnes más claras, blandas y con menor poder de retención de agua.

Para la medición del pH de la carne puede utilizarse electrodos normales o de inmersión (utilizados para medir el pH de homogeneizados de carne) o bien, electrodos de penetración (que poseen un extremo punzante y permite medir el pH de las piezas). Los electrodos deben calibrarse, para lo cual se utilizan soluciones buffer de pH 7 y pH 4 ó 5 (Figura 2).

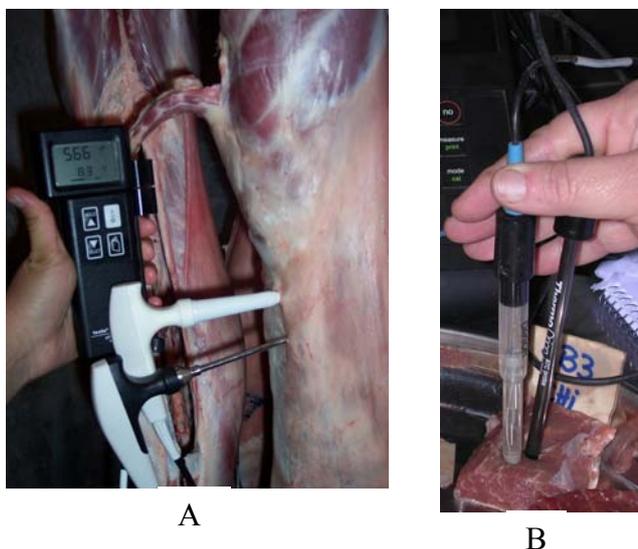


Figura 2. Medición de pH y temperatura de la carne mediante: A) peachímetro de penetración Testo (modelo 230, Argentina); B) peachímetro Thermo Orion (modelo 420, USA).

Cuando las mediciones se realizan sobre homogeneizados se recomienda como mínimo realizar una calibración diaria del equipo, mientras que en medidas sobre piezas de carne es conveniente calibrar cada 15-20 mediciones. En ambos casos, las medidas del pH deben realizarse por duplicado. Cuando la medición se realiza con electrodos de penetración, la medida se lleva a cabo sobre el músculo *Longissimus dorsi* de la media canal izquierda entre la 4ta y 5ta vértebra lumbar. Para ello, se introduce el electrodo en forma perpendicular al músculo, evitando, en lo posible, el contacto de la sonda con la grasa. El electrodo debe ser limpiado con agua destilada y secado sin frotar después de cada medida.

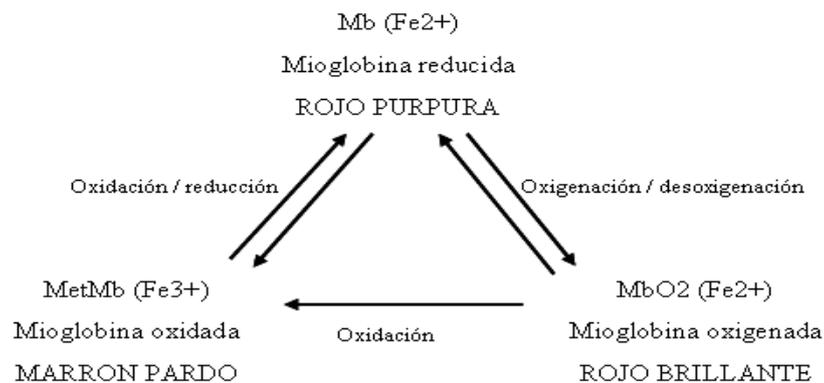
Color

La apariencia visual de la carne determina la respuesta del consumidor en su decisión de compra. El color es probablemente el principal factor que determina esta decisión. El color de la carne es de gran importancia porque junto con la cantidad de grasa de la pieza, van a ser las primeras características en determinar la adquisición de la carne por parte del consumidor, ya que el resto de los componentes solo podrán apreciarse una vez obtenida la carne.

Es el pigmento Mioglobina (MB) el responsable del color de la carne. La misma tiene hierro en su composición y el estado químico de ella es el que determina el color de la carne. Ante bajas concentraciones de oxígeno, la Mb se encuentra en su estado reducido (hierro en estado ferroso) y es de color púrpura. Cuando se la expone al oxígeno, a través de la respiración, se transforma en oximioglobina (MbO₂) que es de color rojo brillante y es la encargada de otorgar el deseable color de carne fresca. Tras una exposición prolongada al oxígeno, la MbO₂ se oxida irreversiblemente para formar metamioglobina (MetMb) que tiene hierro en estado férrico y es la encargada del indeseable color marrón-pardo. (Figura 3).

El color también está directamente vinculado al pH de la carne, por lo tanto, todos aquellos factores que afecten el pH también tendrán influencia sobre el color.

Figura 3. Formación de los principales pigmentos de la mioglobina.



El color resulta de la capacidad de reflexión por la materia de las diferentes radiaciones luminosas del espectro visible. Los atributos del color son:

1) Claridad (“Lightness”): Sería la luminosidad del estímulo juzgada en relación con la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco o transparente.

Las variaciones en claridad (L*) van del blanco (100) al negro (0) y se hallan correlacionadas con el estado físico de la carne, debidas al pH final del músculo y la cinética de la instauración del *rigor mortis*.

2) Tono (“Hue”): Es el atributo de percepción del color indicado por azul, verde, amarillo, rojo, púrpura, etc. En el caso de la carne depende del estado químico de la Mb. Está correlacionado con los factores *postmortem*.

3) Croma (“Chroma”): Es el atributo de la sensación visual que permite valorar el color de área que aparece más o menos coloreada, dando la sensación de colores vivos o apagados.

Los aparatos de medida del color suelen determinarlo por coordenadas L^* , a^* y b^* , del espacio CIELAB (Comisión Internacional de l’Eclairage; Figura 4), donde:

L^* es el valor de la claridad (0=negro; 100=blanco)

a^* representa la oposición visual rojo-verde ($a^*>0$: rojo; $a^*<0$: verde)

b^* representa la oposición visual amarillo- azul ($b^*>0$: amarillo; $b^*<0$: azul).

El paso de las coordenadas cartesianas a^* y b^* a las coordenadas polares tono y chroma se realiza mediante las siguientes ecuaciones:

1- Tono (h^*)= $\arctan(b^*/a^*)$ (de 0 a 360 grados)

2- Croma (C^*)= $[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$.

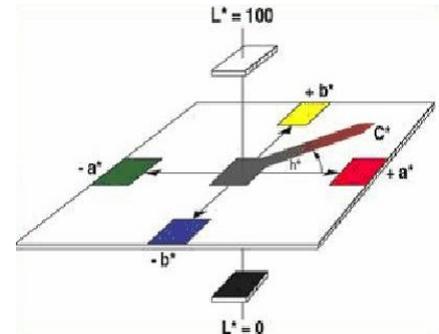


Figura 4. Diagrama que representa el espacio de color CIE $L^* a^* b^*$.

Figura 5. Medición de color instrumental de la carne mediante: A) Colorímetro Minolta (modelo CR-400, USA); B) Espectrofotómetro B&K Gardner Colour View (modelo 9000, USA).

La medición del color puede hacerse a través de patrones fotográficos, o bien, una determinación instrumental con colorímetros o espectrofotómetros (Figura 5).



A

B

Textura

Textura es una palabra simple que engloba un concepto muy complejo. Puede definirse como la manifestación sensorial de la estructura del alimento y la forma de reaccionar de la misma frente a la aplicación de fuerzas.

Así como la apariencia de la carne cruda está muy determinada por su color, las características sensoriales u organolépticas más importantes son la textura, jugosidad, flavor y olor del producto cocinado. Estas características sensoriales pueden ser evaluadas a través de un panel de evaluación sensorial integrado por jueces entrenados, aunque también la textura puede determinarse instrumentalmente.

Es importante aclarar que la textura es una propiedad sensorial, mientras que la terneza (dureza) es un atributo de la textura, que puede definirse como la resistencia al corte de la carne. Cuando se habla de carne, frecuentemente se utilizan indistintamente los términos textura y terneza, aunque debemos recordar que no son sinónimos.

La mayoría de los consumidores consideran a la terneza como el factor más importante que determina la calidad de la carne. En el caso de la carne de cordero, una investigación basada en paneles de consumidores identificó a la terneza como un factor clave que los consumidores utilizan para establecer su calidad.

El método objetivo más utilizado para evaluar la terneza de la carne es el método mecánico de corte o cizalla mediante la célula de Warner-Bratzler (Figura 7). La misma mide la fuerza necesaria para cortar una muestra de carne con una cuchilla de borde romo. Cuando mayor es la fuerza, más dura (menos tierna) es la carne. Se trabaja sobre muestras de carne cocinada generalmente con horno o plancha eléctrica o bien a baño maría. Las mediciones se hacen en prismas de 3 cm de largo, 1 cm de ancho y 1 cm de alto obtenidos de las muestras cocinadas (Figura 6). El corte con la célula deberá realizarse en dirección perpendicular a la dirección de las fibras musculares. La medición se expresa en unidades fuerza, generalmente en Newton (N).

También puede utilizarse la célula de compresión Lepetit-Theix. En este caso, la medición se realiza sobre muestras de carne cruda. Esta técnica realiza una medida integrada de la dureza debida a la estructura miofibrilar y al tejido conjuntivo, trabajando al 20% y al 80% de compresión (o magnitud de deformación aplicada) respectivamente, lo que se simboliza como C20 y C80 (N/cm^2).



Figura 6. Tarugos sobre los cuales se realiza la medición de textura.



Figura 7. Medición de textura con célula de Warner Bratzler.

Básicamente hay tres factores que influyen sobre la textura de la carne: la longitud del sarcómero (unidad estructural y funcional del músculo), la cantidad de tejido conectivo y grado de entrecruzamiento de las fibras, y la duración de los cambios proteolíticos (maduración) que ocurren durante las condiciones *postmortem*. Adicionalmente, grandes cantidades de grasa intermuscular pueden hacer que la carne sea más tierna porque la grasa es más suave que el músculo.

El acortamiento por frío (cold-shortening) consiste en un encogimiento de las fibras musculares que resulta de refrigerar las canales recién faenadas demasiado rápido. Se somete a las canales a una baja temperatura cuando todavía los valores de pH son elevados, es decir antes de que se instaure el *rigor mortis*. Como recomendación, se sugiere no refrigerar las canales a una temperatura menor a 10°C durante las primeras 10 hs post-faena. Lo ideal sería someter a las canales a una temperatura de entre 12 y 15 °C inmediatamente post-faena hasta que se instaure el *rigor mortis*, y luego continuar con la refrigeración.

La maduración de la carne consiste en conservar la carne refrigerada con el objetivo de obtener el ablandamiento de la misma. Esto se debe fundamentalmente a la proteólisis post-mortem de las proteínas musculares por la acción del sistema proteolítico calpaína que degrada las miofibrillas. A modo de comparación, puede mencionarse que la carne de pollo alcanza su mayor ternura luego de unas pocas horas postmortem, el cerdo y ovino a los 4-6 días y en el caso de la carne bovina a los 10-15 días.

Capacidad de retención de agua (Jugosidad)

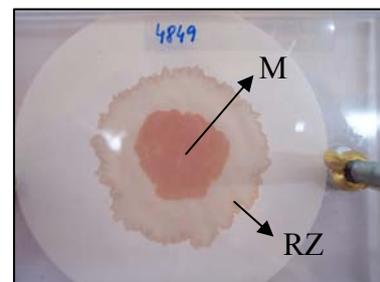
En general es aceptado que, en la carne, alrededor de un 80% del agua está estrechamente unida a las proteínas y no es afectada por la exudación. El 20% restante es susceptible a ser liberada, dependiendo del tratamiento aplicado. La liberación del agua contenida está estrechamente correlacionada con el pH último de la carne.

Cuando la carne proviene de un animal estresado, el pH último es elevado y el agua permanece unida en mayor medida a las proteínas y es liberada en menor magnitud (carnes DFD). Lo contrario ocurre en las carnes PSE, donde la brusca bajada del pH en los primeros 45 minutos *postmortem* impide la unión.

Existen varios métodos para medir la capacidad de retención de agua, entre los que cabe citar: Pérdidas por goteo de la carne cruda; Jugo exprimible de la carne cruda (Figura 8); Porcentaje de jugo liberado por compresión y Pérdidas por cocinado.

Figura 8. Medición de la capacidad de retención de agua (CRA) por el método de compresión.

$$\text{CRA (\%)} = \frac{M + \text{RZ}}{M} * 100$$



Composición química de la carne

La composición química de la carne tiene especial importancia ya que la carne es un componente importante en la dieta humana y aporta un amplio rango de nutrientes: proteínas, grasas, agua, minerales, vitaminas, etc. Pero además, la composición química tiene importancia porque afecta a su calidad tecnológica, higiénica y sensorial.

En términos generales la carne magra contiene un 75% de agua, un 21 a 22% de proteínas, entre 1 y 2% de grasas, 1% de minerales y menos de 1% de hidratos de carbono.

La composición se determina mediante el análisis químico de sus componentes mayoritarios: agua, proteínas, grasas y minerales.

Color, consistencia y composición química de la grasa

Existen, dentro de los parámetros utilizados para valorar la calidad de la canal, una clasificación según el color y la consistencia de la grasa subcutánea. El lugar de la canal donde deben apreciarse estos parámetros se ubica en la base de la cola.

De acuerdo al color de la grasa, existen tres calificaciones:

- Color Blanco
- Color Crema
- Color Amarilla.

Según su consistencia, las clasificaciones pueden ser:

- Dura
- Blanda
- Aceitosa

Los lípidos presentes en el cuerpo del animal pueden clasificarse en:

1) Grasa estructural o lípidos complejos: Los cuales forman parte de las estructuras celulares. Se componen principalmente de fosfolípidos. El contenido de esta grasa es fija en los individuos (es decir que no varía si el animal se encuentra gordo o flaco), y son lípidos necesarios para la vida.

2) Lípidos neutros o grasa apolar: Es la grasa energética, es lo que el animal acumula cuando está engordando. Esta formada principalmente por triglicéridos. Los triglicéridos están formados por un grupo glicerol, tres ácidos grasos y un grupo fosfato.

Los ácidos grasos se clasifican de acuerdo a la longitud de su cadena, o según el grado de insaturación que tengan en sus enlaces:

- Los ácidos grasos saturados (AGS) son aquellos que no tienen dobles enlaces en su molécula. Estos no son indispensables para la vida, y disminuyen cuando disminuye el consumo.

- Los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI) tienen una sola doble ligadura y los poli-insaturados (AGPI) son aquellos que tienen dos o más dobles ligadura. Dentro de este grupo se encuentran los ácidos grasos esenciales, que son necesarios para

desarrollar ciertas funciones fisiológicas y no pueden ser sintetizados por el cuerpo, por lo que deben ser aportados por la dieta.

La evaluación de los ácidos grasos (AG) de la carne de los rumiantes, se ha enfatizado y focalizado, en los últimos años, en los efectos sobre la salud humana con particular interés en incrementar, a través de la manipulación de la dieta de los animales, los niveles de ácidos grasos poliinsaturados omega 3 (AGPI *n-3*) y del ácido linoleico conjugado (CLA). Además, los consumidores están cada vez más interesados en los efectos que tienen los alimentos sobre su salud y la presencia de componentes funcionales que tienen un rol importante en la prevención de enfermedades.

El nombre genérico CLA hace referencia a una serie de isómeros del ácido linoleico (C18:2). Estos isómeros se encuentran naturalmente en los alimentos que provienen de los rumiantes.

La grasa de los ovinos, al igual que la de otros rumiantes, posee un bajo contenido de AGPI en relación a los AGS, comparado con la carne de aves y pollos (monogástricos). Además, la relación entre AGPI/AGS es baja debido a la hidrogenación provocada por los microorganismos del rumen y a la existencia de una variedad de AG específicos de los rumiantes tales como los AG trans y los AG de cadena impar o ramificada.

Los AGPI *n-6* y AGPI *n-3* son obtenidos a través de la dieta o sintetizados a partir de ciertos AG esenciales. La relación entre los AGPI y AGS y el índice AGPI *n-6*/AGPI *n-3* son considerados dos indicadores importantes en la evaluación nutritiva de la grasa animal. El Departamento de Salud del Reino Unido recomienda que el valor de la relación AGPI/AGS debería ser cercano a 0,45 y que el índice AG *n-6*/AG *n-3* debería ser inferior a 4 para lograr una dieta humana saludable. García *et al.* (2008) caracterizaron la composición de AG en los lípidos del músculo *longissimus dorsi* de corderos Merino en condiciones de pastoreo extensivo en la Patagonia Sur. Estos autores reportaron valores de AGS del 40%, AGMI del 28 % y AGPI del 14 %, mientras que las relaciones de AGPI/AGS y AGPI *n-6*/AGPI *n-3* fueron de 0,35 y 2,55 respectivamente.

La alimentación de los animales es la principal vía para modificar el perfil de AG de la carne de los rumiantes a pesar de los altos niveles de bio-hidrogenación ruminal de los AGPI. La producción de carne en sistemas pastoriles produce un incremento en la proporción de los AGPI *n-3* en los lípidos de la carne de bovinos y ovinos comparado con la carne proveniente de animales que consumieron alimentos concentrados. El incremento de los AGPI *n-3* en los lípidos de la carne estaría asociado con el mayor contenido de ácido linolénico (C18:3 *n-3*) de los forrajes. Tanto en bovinos como en ovinos la proporción de CLA es mayor cuando se utilizan dietas a base de forrajes que dietas a base de concentrados.

Evaluación sensorial

El análisis sensorial permite medir en forma objetiva las características de un producto mediante los sentidos.

Básicamente existen 3 tipos de pruebas sensoriales:

- Las pruebas efectivas: Son aquéllas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza. Se las utiliza para cuando uno quiere saber cuál es la aceptación que tiene un producto por parte de los consumidores. Entre estas pruebas están las pruebas de preferencias, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.
- Las pruebas discriminativas: Son aquéllas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia. En general estas pruebas se utilizan en controles de calidad.
- Las pruebas descriptivas: Son aquéllas en las que se trata de definir las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, como tampoco saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. Son las pruebas más difíciles de realizar. El entrenamiento de los jueces debe ser intenso y monitorizado.

En la Tabla 1 se presentan algunos valores de parámetros físicos indicadores de calidad de carne para la categoría corderos.

Tabla 1. Valores medios de pH (inicial y final), color (L*, a*, b*), capacidad de retención de agua (CRA), y fuerza de corte (WBSF) para muestras maduradas 1, 3, 6 y 7 días en carne de corderos.

	Corderos 3 meses		Corderos 10 meses	Corderos pesados	
	Relevamiento en Frigoríficos	Faena Experimental		12 meses 35kg PV	15 meses 50 kg PV
canales muestreadas	30	64	54	24	22
pHi	6,8	6,3		6,2	6,2
pHf	5,9	5,7	5,7	5,5	5,5
L*	36,9	40,1	36,4	37,7	34,6
a*	17,4	18,6	20,4	20,9	20,5
b*	5,8	7,3	7,5	6,8	6,1
CRA (%)	29,5	33,9	35,7	31,8	25,1
WBSF (N) m=1			18,1		
WBSF (N) m=3	24,6	25,3	26,7		
WBSF (N) m=6				21,2	22,7
WBSF (N) m=7			14,9		

Fuente: Zimmerman y Domingo, no publicado.

Referencias

- Cañeque V y Sañudo C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Madrid, España, Serie Ganadera 3, p 448.
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton AH, Delfa R y Sierra Alfranca I. 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA 17, España.
- Garcia PT, Casal IJ, Fianuchi S, Magaldi IJ, Rodríguez FJ y Ñancuqueo JA. 2008. Conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids in muscle lipids of lambs from the Patagonian area of Argentina. *Meat Science* 79: 541-548.
- García P. 2004. Características de la carne del cordero Patagónico. *Revista IDIA XXI. Ovinos*. 7: 176-179.
- Sañudo Astis C y González C. 2008. Aspectos estratégicos para obtener carne ovina de calidad en el cono sur americano. *Independencia* (Ed). Tandil, Argentina, p 205.
- Villar L, Zimmerman M, Giraudo C y Domingo E. 2008. Calidad de la canal y de la carne de corderos Merino en confinamiento. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 28 (1): 223-224.
- Villar L. 2010. Producción de carne y lana de corderos pesados con suplementación invernal en Sierras y Mesetas occidentales de Río negro. Tesis *Magister Scientiae*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 90 p.
- Zimmerman M, Villar L, Giraudo C y Domingo E. 2008. Caracterización del contenido de grasas en canales de corderos engordados a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 28 (1): 95-96.

Tecnología de carne ovina: Calidad de la canal

Ernesto Domingo

Al momento del sacrificio se produce un cambio de importancia en la cadena cárnica transformando un animal vivo a un conjunto de productos y subproductos que entran al mercado con características propias y en la que intervienen otros actores, distintos a los de la producción.

La carne ha sido definida como el resultado de la evolución física y química de los músculos esqueléticos, iniciada por la muerte del animal. El músculo es uno de los tejidos cuantitativamente mas importante del animal y al ser el precursor de la carne su estado al momento del sacrificio va a influir sobre la calidad futura de esta. Dentro de estos factores podemos mencionar el ayuno y una variedad de factores estresantes que son modificables y deben ser tenidos en cuenta para asegurar la calidad de la carne. Hay otros factores, en cambio, que no son modificables y que también afectan la calidad de la carne al afectar al músculo, estos son la edad, el sexo, el grado de engrasamiento, etc. Todos los mencionados arriba son englobados dentro de los factores *antemortem* pero también hay factores *postmortem* que afectan la calidad de la carne y estos son aquellos los que alteran el proceso normal de transformación que sufre el músculo a partir del sacrificio, como por ejemplo el frío.

La consideración de los factores *antemortem* no modificables por el manejo que afectan la calidad de la carne hacen que estos deban ser tenidos en cuenta en la caracterización posterior de la canal.

El más importante de estos es la edad seguido por el sexo. La edad hace que se creen categorías que en general son determinadas en el animal vivo porque se establecen observando los dientes incisivos y en algunos casos particulares por la erupción del primer molar.

En nuestro país las categorías las establece la ONCCA (Resolución N°25/2008 Anexo II) quien define como cordero al ovino de: “edad hasta 11 meses. Animales de diente de leche” y borrego: “edad de 11 a 20 meses. 2 dientes”. Al no estar especificado se entiende que ambas categorías incluyen tanto machos como hembras. En la misma Resolución de la ONCCA se define como capón al ovino de “edad mayor a 20 meses. Machos castrados con 4 o más dientes” y a la oveja como “edad mayor a 20 meses. Hembra con 4 o mas dientes”. Esta clasificación utiliza dos criterios: edad y dentición que en nuestros sistemas de producción no son necesariamente coincidentes. Esto lo demuestra el resultado de 800 observaciones realizadas en 127 corderos Merino Australiano del Campo Anexo Pilcaniyeu (Villar 2010, comunicación personal) que se presentan en la Figura 1. Estos corderos nacieron durante la segunda semana de octubre por lo que las primeras erupciones se produjeron recién a los 15 meses de edad.

Pero más allá de las imprecisiones que pueda tener el sistema de categorización lo cierto es que el mercado interno tiene otros criterios y establece como cordero al ovino diente de leche cuya canal no supera los 13 o 14 kg. Por encima de ese peso se lo considera borrego y se lo paga menos, por kg, que al cordero. Esta situación genera conflictos en la comercialización del cordero pesado que se está comenzando a producir en forma creciente en nuestro país.

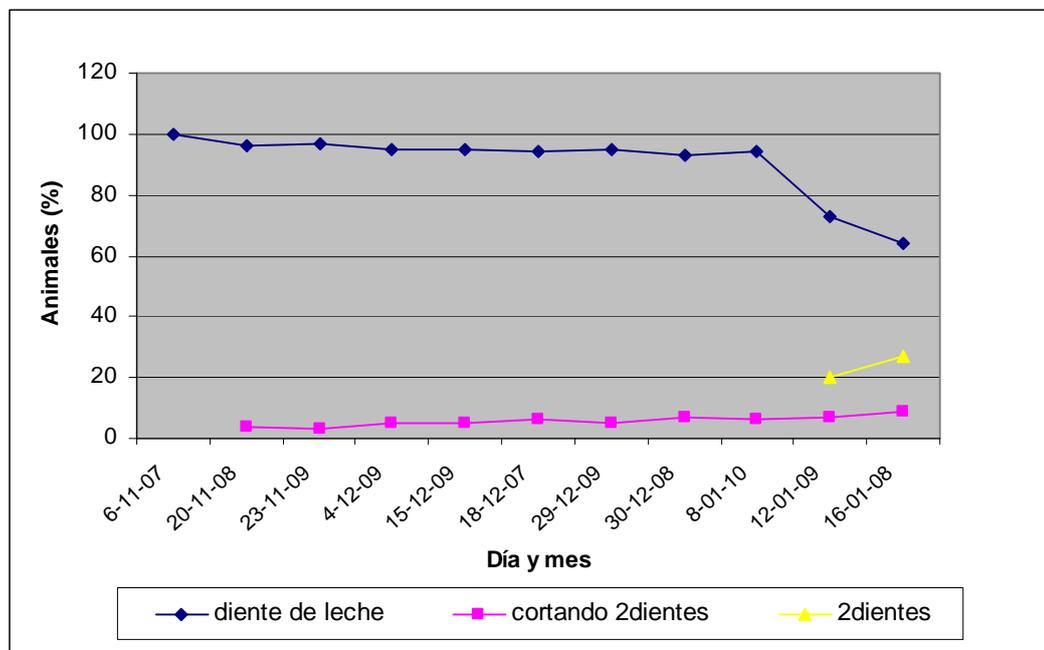


Figura 1. Fecha de erupción de incisivos permanentes en ovinos entre 13 y 15 meses de edad (nacidos en la segunda semana de octubre). Datos correspondientes a 3 años de ensayo.

En general en todos los países productores de ovinos se considera cordero hasta la aparición de los incisivos permanentes, sin ninguna restricción en el peso de la canal. Lo que si se hace en algunos países es considerar subcategorías dentro de la categoría cordero como en España y Australia. En España tenemos el lechal, el ternasco y el recental, mientras que en Australia hay una subcategoría de cordero, el “cordero joven”, que es aquél que aún no ha cortado el primer molar superior (5 meses).

Podemos entonces asumir que al emerger de la línea de faena la canal ya lleva una preclasificación por edad y sexo. Esta, la canal, es un producto central en la cadena de comercialización y de ahí el interés en caracterizarla o tipificarla. La canal ha sido definida como “el cuerpo entero del animal después de quitar la piel, la cabeza (separada entre el occipital y la primera vértebra cervical), los pies y patas (separados entre la articulación carpo-metacarpiana y tarso-metatarsiana) y todas las vísceras”. Los riñones y la grasa perirenal y pélvica permanecen o no en la canal según las costumbres y requisitos sanitarios de cada país.

Algunos autores marcan una diferencia entre tipificación y clasificación. Consideran que la tipificación califica en qué medida una canal se ajusta más o menos a un tipo

determinado. La clasificación, en cambio describe la canal en función de determinadas variables preestablecidas que pueden ser subjetivas y objetivas. En la actualidad, los sistemas de clasificación están desplazando a los de tipificación, y las variables objetivas a las subjetivas.

Los sistemas de clasificación de canales utilizan distintas variables, las más comunes son edad del animal, peso de canal, conformación y contenido graso. La edad ya ha sido discutida mas arriba y junto con el peso de la canal son las dos variable que más fácil y objetivamente pueden ser establecidas. La conformación y el contenido graso, en cambio, dependen de estimaciones que pueden ser objetivas o subjetivas y más o menos precisas.

La conformación es considerada como la relación entre los tejidos blandos (músculo y grasa) y el esqueleto y es tomada en cuenta en los sistemas de clasificación de la Unión Europea y Sudafrica. El método de la UE es visual (subjetivo) y se lo utiliza para las canales de más de 13 kg en una escala de seis puntos, utilizando la sigla SEUROP, donde la S corresponde a las conformaciones más compactas y la P a las más longilíneas (Figura 2). En Sudafrica se clasifica en una escala de cinco puntos, siendo 1 las canales más longilíneas y 5 las más compactas. Mientras en la UE se utilizan patrones fotográficos y la descripción de los perfiles, en Sudafrica se utiliza una medida objetiva, el cociente entre el peso y el largo de la canal (distancia entre el borde medial tarsiano y el borde inferior de la primera cervical).

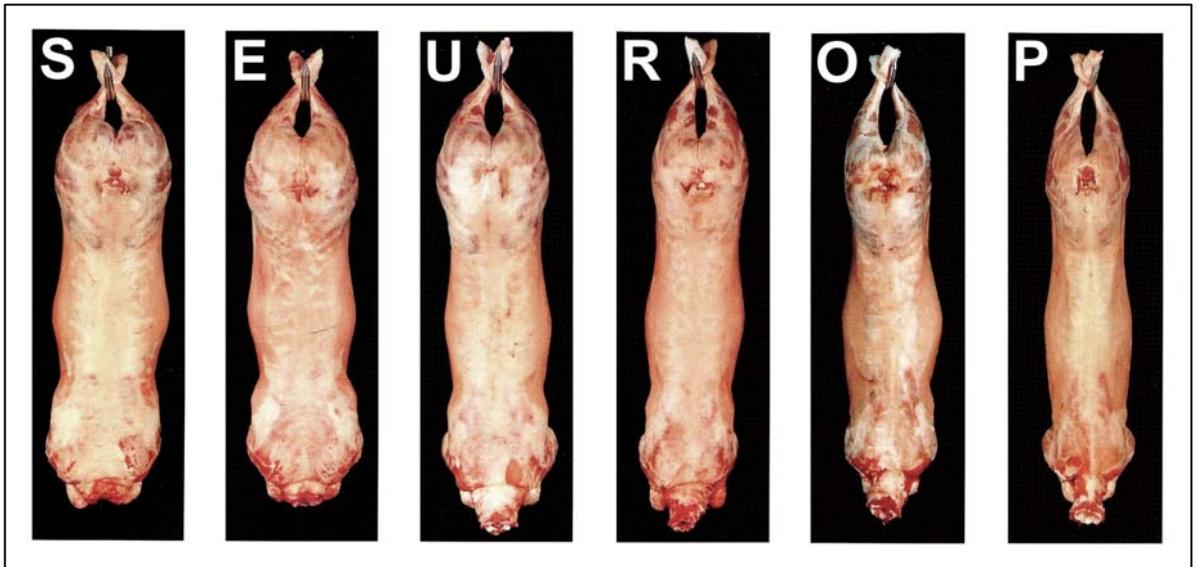


Figura 2. Modelo comunitario de clasificación de canales ovinos. Conformación.

Hay otras medidas de la canal que ayudan a definir el grado de compacidad en forma objetiva y se ilustran en la Figura 3. Con estas medidas se pueden calcular dos índices: la compacidad de la pierna (G/F) y la compacidad de la canal ($\text{peso de la canal}/L$). Este último índice es similar al sudafricano pero difiere en la forma de medir el largo de la canal. Ningún otro sistema utiliza estas medidas que sí son de valor en evaluar resultados de trabajos de investigación.

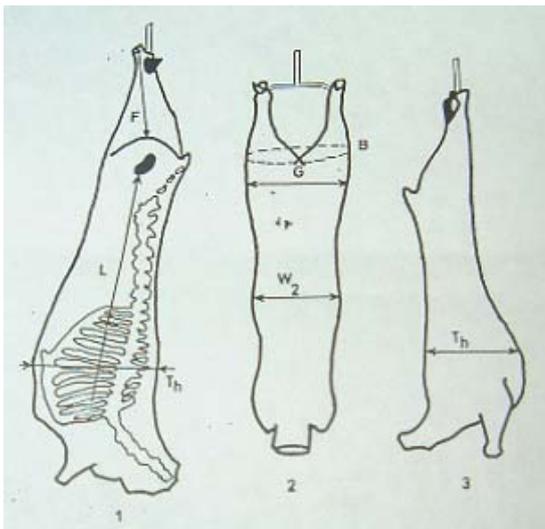


Figura 3. Medidas objetivas de la canal.

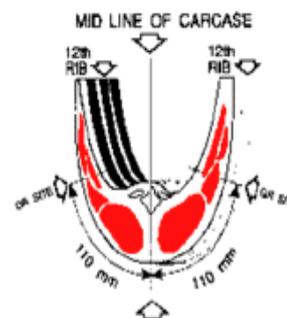
Tanto los métodos visuales como los objetivos de estimar la conformación han mostrado tener poca relación con el rendimiento comercial de carne. Los últimos son aún menos precisos, aunque tienen la ventaja de su repetibilidad y facilitan la comparación entre datos de distinto origen. A pesar de eso en algunos países (sobre todo los países europeos no mediterráneos) tanto los criadores como los matarifes le dan un valor especial a la conformación que se traduce en el precio de venta de las canales y son trasladados el público. Es decir la conformación tiene un valor “per se” que trasciende el rendimiento comercial de carne (Tabla 1).

Tabla 1. Relación entre el rendimiento comercial de carne y la nota de conformación.

Conformación	Rendimiento comercial de carne (%)					
	1(delgada)	2	3L	3H	4	5(muy grasa)
E	91,0	90,7	89,5	88,8	87,6	
U,R,O	92,4	91,1	90,1	89,1	87,5	84,7
P	92,5					

Fuente: Nsoso *et al* (2000).

A diferencia de la conformación que es utilizada sólo por algunos sistemas de clasificación el grado de engrasamiento es considerado por todos ellos. El contenido de grasa de la canal es importante por la incidencia que tiene en algunos caracteres organolépticos como la jugosidad y el flavor, la conservación y presentación de la canal y el rendimiento de carne magra. El contenido comercial óptimo de grasa es finalmente un compromiso entre estos factores y la demanda del mercado por carnes magras.



Fuente: Austr. Meat (1998).
Figura 4. Medición GR.

Los dos grandes países exportadores de carne ovina, Australia y Nueva Zelanda, utilizan la medida GR para estimar el contenido de grasa de las canales que son luego asignadas a alguna de las categorías establecidas en sus protocolos (Figura 4). El punto GR se define como la profundidad de los tejidos sobre la 12^{da} costilla en un punto situado a 11cm de la línea media. La denominación GR obedece a las dos primeras letras del apellido de su creador un señor llamado Greville. La escala neocelandesa se presenta en la Tabla 2 y la australiana en la Tabla 3.

Tabla 2. Clasificación de canales ovinas por su contenido graso en Nueva Zelanda (NZMPB 1992, reissued 1995).

Clase	A	Y	P	T	F
GR (mm)	≤ 2	> 2 - ≤ 9	> 6 - ≤ 12	> 12 - ≤ 15	> 15

Tabla 3. Clasificación de canales ovinas por su contenido graso en Australia (AUS-MEAT).

Clase	1	2	3	4	5
GR (mm)	≤ 5	> 5 - ≤ 10	> 10 - ≤ 15	> 15 - ≤ 20	> 20



A pesar de que estos sistemas de clasificación por contenido de grasa se basan en un criterio objetivo (medida GR), en algunos países la evaluación es subjetiva y se realiza en forma visual por operadores experimentados, mientras en otros se utiliza una sonda que mide la reflectancia de la luz.

En la UE también se clasifican las canales por su contenido graso. En este sistema se utiliza la observación visual comparando con patrones fotográficos y una descripción del alcance de la cobertura de grasa externa e interna. Hay una escala de cinco puntos, 1 grasa muy escasa a 5 muy importante. Esta escala se utiliza en canales de más de 13 kg junto con la escala SEUROP de conformación.

Para canales menores a 13 kg en la UE se utiliza el modelo de clasificación de canales de corderos ligeros que utiliza la misma escala de contenido graso pero hasta la nota 4 importante (Figura 5). Este modelo no toma en cuenta la conformación pero si en cambio el color de la carne que puede ser rosa pálido, rosa u otro color (Tabla 4). Fue desarrollado para atender las necesidades del mercado mediterráneo que tiene un consumo de canales livianas que incluyen el conocido lechal o lechazo español. En términos generales se adapta bien al tipo de cordero que se produce en Patagonia por las categorías de peso, el contenido graso y la edad de faena.

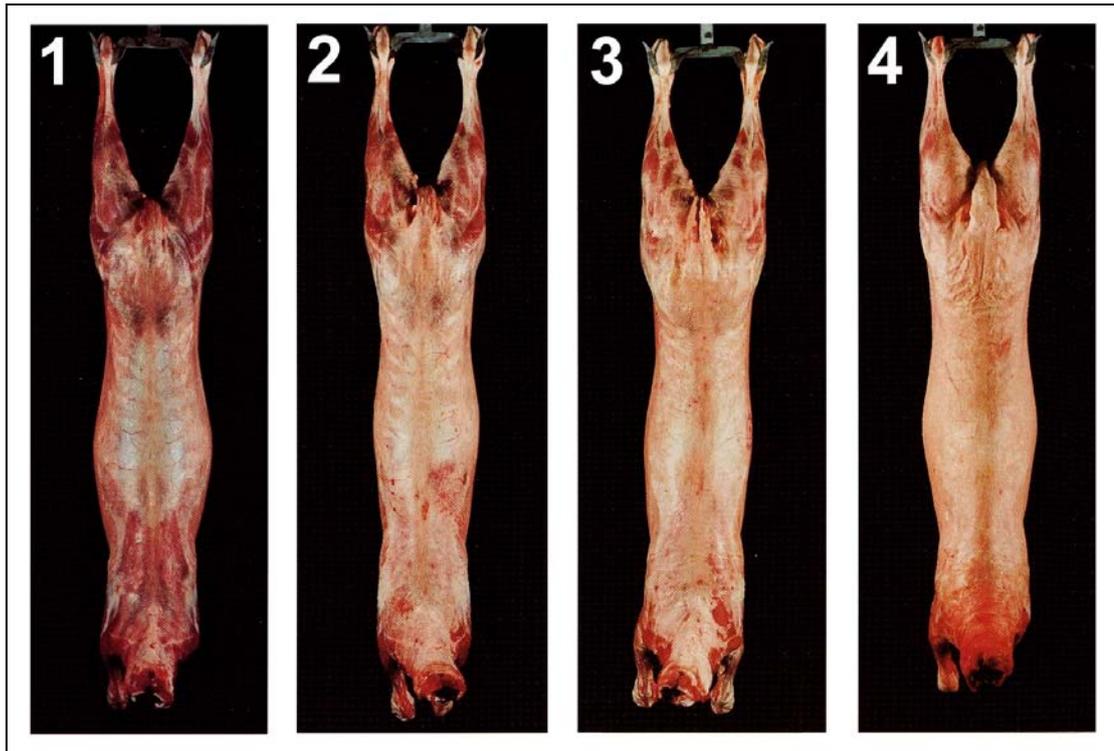


Figura 5. Modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros.

El contenido graso y/o la conformación se combinan con otras variables como la edad del animal y el peso de la canal para asignar un puntaje final a cada canal. Los sistemas de clasificación/tipificación son defendidos o cuestionados por distintos sectores pero al menos debe reconocérseles la cualidad de establecer un lenguaje unificado que permite realizar operaciones comerciales sin ver la mercadería, transparentar la demanda del mercado y proveer a los productores de un mecanismo de planificación de su producción y de comparación de precios entre distintos compradores. Las variables a ser tenidas en cuenta dependerán del mercado que se abastezca.

Tabla 4. Modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros.

Categoría	A		B		C	
Peso	≤7 kg		7,1 kg a 10 kg		10,1 kg a 13 kg	
Calidad	Primera	Segunda	Primera	Segunda	Primera	Segunda
Color de la carne	Rosa pálido	Otro color o	Rosa pálido o rosa	Otro color o	Rosa pálido o rosa	Otro color o
Cobertura grasa	(2)	cobertura grasa	(2)	cobertura grasa	(2)	cobertura grasa
	(3)		(3)		(3)	

Además de las formas de clasificación esbozados más arriba hay nuevos métodos que se desarrollan continuamente como el análisis computarizado de imágenes

digitales, el TOBEC (total body electrical conductivity) y el BIO (bioelectrical impedance analysis).

El análisis computarizado de imágenes digitales (VIAScan ®) desarrollado por Meat and Livestock Australia supera al método actualmente en uso en ese país que utiliza el peso de la canal caliente y el espesor del punto GR (utiliza una sonda que mide la reflectancia de la luz) en la predicción automática del rendimiento en carne magra de la canal.

Los otros métodos en etapas de experimentación avanzada son el TOBEC y el BIO. Ambos se basan en la diferente conductividad de la grasa y el músculo. El TOBEC mide la absorción de energía eléctrica en un campo electromagnético mientras que el BIO mide la resistencia al flujo de energía. Ambos métodos son relativamente exactos en medir el contenido de grasa y magro de la res pero el TOBEC es un equipo grande y costoso mientras que el BIO es económico y de fácil manipulación. En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos utilizando distintos métodos.

Tabla 5. Estimación del contenido de carne magra de la canal.

Método	% de variación explicada	Desviación St. residual
VIAScan® (8 medidas) ¹	52	2,17%
Peso res caliente+GR (sonda aus-meat) ¹	19	2,80%
Peso res fría+GR (sonda cuchillo) ¹	41	2,39%
Peso res caliente+TOBEC ²	34	3,4%
Peso res fría+TOBEC ²	23	3,7%
Peso res caliente+BIA ²	30	3,8%
Peso res fría+BIA ²	31	3,8%

¹ Hopkins *et al.* (2004).

²Allen y McGeehin (2001).

Se ha hecho un breve repaso de algunos factores a ser tenidos en cuenta en el procesamiento y comercialización de la carne. La producción de carne ovina en la Argentina ha tomado nuevo impulso acompañando un mercado de exportación favorable y desviando una visión de mercado interno en los 90 a una visión de exportación. En estos primeros años de un cambio favorable para la exportación ovina esta estuvo fuertemente dirigida al mercado mediterráneo con corderos de la Patagonia. Pero más recientemente han aparecido Frigoríficos exportadores en la zona con vacunación contra la fiebre aftosa interesados en la compra de corderos pesados destinados a otros mercados distintos al europeo. Las nuevas razas introducidas en el país en los últimos años brindan la oportunidad de producir canales más pesadas y más magras y que sumadas a las livianas tradicionales de la Patagonia permitirían ampliar la oferta de productos ovinos. Pero además de la utilización de razas pesadas también se pueden producir canales pesadas con corderos Merino o Corriedale. Este nuevo panorama hace muy necesario disponer de un sistema de clasificación moderno, funcional a las necesidades del mercado y que brinde información clara al sector consumidor y productor. Decíamos hace 5 años que el desafío era “construir un sistema de clasificación que sea útil a todos los

actores de la cadena de carne ovina”. En esto está trabajando el INTA en combinación con el Ministerio de Agricultura y para ello se está consultando al sector industrializador y comercializador.

Hasta aquí se ha dado un rápido repaso a los sistemas de clasificación de canales de los países más relevantes en cuanto a producción ovina. Veremos ahora que resultados se obtienen cuando algunos de estas metodologías se aplican a las distintas categorías de corderos que se producen en la norpatagonia. En todos los casos son corderos Merino diente de leche pero de tres edades. Los de 3 meses representan al cordero Merino tradicional, los de 10 meses pertenecen a un ensayo de corderos cola (no alcanzan estado de faena al final del verano) que fueron sometidos a una alimentación a corral previo a su sacrificio. Los corderos pesados son lo mismos a los que se les estudio la cronología dentaria y que alcanzaron estado de faena en pastoreo a partir de la primavera siguiente a su nacimiento.

En la Tabla 6 se presentan los datos de peso vivo y canal, las medidas morfométricas y los índices de compacidad de pierna y de canal. El índice PCF/L (compacidad de la canal) muestra una clara tendencia a aumentar la compacidad con el aumento de peso y edad. En cambio, el índice G/F (compacidad de la pierna) de los corderos de 10 meses es menor al de los corderos de 3 meses. Esto estaría explicado por un crecimiento en longitud que no es acompañado por un aumento en las masas musculares en este período que si se produce a partir de la realimentación de primavera en los corderos de más de 12 meses.

Tabla 6. Medidas de canales de corderos Merino.

CATEGORIA	PVpref	PCF	pcf/pv	F	L	B	G	Th	Wr	PCF/L	G/F
3 MESES	23,7	10,3	43,9	27,8	58,9	49,9	17,1	15,6	22,9	0,18	0,62
10 MESES											
COLA DE PARICIÓN	19,0	13,2	43,1	30,4	55,8	53,8	17,4	25,7	18,6	0,24	0,57
PESADOS											
12 MESES (35kg)	34,0	15,6	46,0	32,0	61,0	58,0	20,0	28,0	21,0	0,26	0,63
15 MESES (50kg)	47,0	22,3	47,5	32,0	66,6	65,0	22,0	30,0	23,0	0,33	0,69

Cuando se aplica la Clasificación del Modelo comunitario para canales de corderos ligeros a los corderos Merino de 3 meses se obtienen los resultados que se presentan en la Tabla 7.

El 4% de los corderos no calificaron por exceder el límite de 13 kg. El 28% clasificó como segunda, principalmente por falta o exceso de grasa de cobertura (17%) y el 11% restante por otros factores.

Tabla 7. Clasificación de corderos Merino de 3 meses.

EN NUMERO							EN PORCENTAJE							
CATEGORIA	A1	A2	B1	B2	C1	C2	>13KG	A1	A2	B1	B2	C1	C2	>13KG
N°	1		30	17	30	8	4	1	0	33	19	33	9	4
COB.GRASA	1	1,5	2	2,5	3	3,5		1	1,5	2	2,5	3	3,5	
N°	1	8	33	22	20	6		1	9	37	24	22	7	

Los corderos de 10 meses fueron clasificados en su cobertura grasa por el Modelo para canales de corderos ligeros y por la cobertura de riñón (Tabla 8). El 26% de las canales estuvieron excedidas en grasa según el sistema Comunitario aplicado y los grados de engrasamiento óptimo (2 y 3) se correspondieron con la totalidad de las canales con cobertura de riñón 0,25, 0,5 y 0,75 más el 30% de las canales con riñón cubierto.

Tabla 8. Clasificación de corderos Merino de 10 meses por grado de engrasamiento.

EN NUMERO					EN PORCENTAJE			
COBERTURA RIÑÓN	0,25	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75	1
N°	1	8	25	20	2	15	46	37
COBERTURA GRASA	2	3	4		2	3	4	
N°	10	30	14		19	56	26	

A los corderos Merino pesados se les aplicó el Modelo comunitario de clasificación de canales de ovinos. Los resultados se presentan en la Tabla 9. Los corderos de 12 meses clasificaron con una conformación mayoritariamente “Menos buena” e “Inferior” y una cobertura grasa “Muy escasa” y “Escasa” mientras que los de 15 meses mejoraron sustancialmente ambas cosas. En ningún caso se alcanzó una conformación U (Muy buena) manteniéndose todas las canales en las tres categorías inferiores. Las canales de los corderos de 15 meses alcanzaron niveles de cobertura grasa razonables, aunque siempre dentro de los valores más bajos (Tabla 10).

Los datos presentados indican la necesidad de ser cuidadosos al momento de definir un sistema de clasificación de canales ya que podríamos estar calificando como malo un producto que no lo es para el consumidor final que tiene otros criterios para apreciar la calidad.

Tabla 9. Clasificación de corderos Merino pesados por su conformación (%).

Conformación	S	E	U	R	O	P
12m 35kg				8	63	29
15m 50 kg				82	18	

Tabla 10. Clasificación de corderos Merino pesados por grado de engrasamiento (%).

	muy escasa	escasa	media
12m 35kg	42	58	0
15m 50 kg	5	59	36

Referencias

- Allen P y McGeehin B. 2001. Measuring the lean content of carcasses using TOBEC. TEAGASC, Agriculture and Food Development Authority, Republic of Ireland. ISBN 1 84170 235 8, 24 p.
- Australian Meat. 1998. Handbook of Australian Meat. 6th Edition.
- Cañeque V y Sañudo C. 2000. Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA, Serie Ganadera 1, España.
- Cañeque V y Sañudo C. 2005. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Monografías INIA, Serie Ganadera 3, España.
- Colomer-Rocher F, Morand-Fehr P, Kirton AH, Delfa R y Sierra Alfranca I. 1988. Métodos normalizados para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales caprinas y ovinas. Cuadernos INIA 17, España.
- Colomer-Rocher F, Delfa R y Sierra Alfranca I. 1988. Método normalizado para el estudio de los caracteres cuantitativos y cualitativos de las canales ovinas producidas en el area mediterránea, según los sistemas de producción. Traducido de AGRIMED, Grupo Ovino, CEE, Rapport EUR 11479FR. Office des publications officielles des Communautés européennes.
- Delfa R, Lahoz F y Gonzalez C. 1995. Modelos de Clasificación de Canales Ovinas en la Unión Europea. Eurocarne 37: 37-44.
- Delfa R y Teixeira A. 1998. Calidad de la Canal Ovina. En "Ovino de Carne: aspectos claves". Carlos Buzadé Carbó Editor. Ediciones Mundiprensa, p 373-400.
- Devine CE, Payne SR y Wells RW. 2002. Effect of muscle restraint on sheep meat tenderness with rigor mortis at 18 °C. Meat Science 60: 155-159.
- Government of Canada. Canada Gazette. Regulations Amending the Livestock and Poultry Carcass Grading Regulations. <http://canadagazette.gc.ca/partI/1998/19981212/html/regle-e.html#avis>
- Hopkins DL, Safari E, Thompson JM y Smith CR. 2004. Video image analysis in the Australian meat industry – precision and accuracy of predicting lean meat yield in lamb carcasses. Meat Science 67: 269-274.
- Kirton AH. 1998. Is carcass classification useful or necessary? Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production 58: 211-213.

- Kirton AH, Mercer GJK, Duganzich DM, Clarke JN y Woods EG. 1999. Composition of lamb carcasses and cuts based on the October 1983 to 1998 export lamb carcass classification standards in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 42: 65-75.
- Knowles TG. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Veterinary Record* 143: 212-219.
- “Modelo comunitario de clasificación de canales de corderos ligeros” y “Modelo comunitario de clasificación de ovinos. R. (CEE) N° 2137/92 y 461/93.
- New Zealand Meat Producers Board (NZMPB). 1995. Guide to Lamb and Mutton carcass classification. Box 121, Wellington, New Zealand.
- Nsoso SJ, Young MJ y Beatson PR. 2000. A review of carcass conformation in sheep: assessment, genetic control and development. *Small Ruminant Research* 35: 89-96.
- Okeudo NJ y Moss BW. 2005. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Science* 69: 1-8.
- Presentation at “Meeting market requirements for quality in ruminant carcasses and meats”. CIEHAM, Zaragoza, 15-26 January 2001.
- Sañudo C, Alfonso M, Sánchez A, Delfa R y Teixeira A. 2000. Carcass and meat quality in light lambs from different fat classes in the EU carcass classification system. *Meat Science* 56: 89-94.
- Savel JW, Mueller SL y Baird BE. 2005. The chilling of carcasses. *Meat Science* 70: 449-459.
- United States Standards for grades of lambs, yearling mutton and mutton carcasses. <http://www.ams.usda.gov/lsg/stand/standards/lamb-car.pdf>
- Villar L, Zimmerman M, Giraud C y Domingo E. 2008. Calidad de la canal y de la carne de corderos Merino en confinamiento. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 28 (1): 223-224.
- Zimmerman M, Villar L, Giraud C y Domingo E. 2008. Caracterización del contenido de grasas en canales de corderos engordados a corral. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 28 (1): 95-96.

Evaluación económico-financiera de tecnologías en sistemas de producción ovina, bajo diferentes contextos

Marcos Easdale

Introducción

Evaluar el impacto económico-financiero de una tecnología en un sistema de producción es un proceso complejo, que requiere abarcar una multiplicidad de factores que interaccionan tanto espacial como temporalmente. Algunas características y potenciales impactos de una tecnología en particular pueden conocerse previamente y por ende estimarse e incluirse en el análisis. Sin embargo, hay muchas otras de las que no se tiene mucha información o la misma es incompleta. Esto lleva a tener que basar parte de los análisis en supuestos que se construyen con estimaciones que provienen de la experiencia, de analogías o incluso de las percepciones de algunos agentes vinculados a la producción.

Por otro lado, la aproximación conceptual utilizada para el análisis también es una fuente que incorpora distintas perspectivas sobre una misma problemática. Por ejemplo, se puede realizar un análisis económico-financiero ex –ante, del impacto de una tecnología en un sistema de producción, bajo la perspectiva de incluir sólo los cambios productivos y por ende de costos e ingresos generados por dicha innovación. Este análisis nos aportaría información vinculada exclusivamente con los potenciales cambios generados a partir de la incorporación de dicha tecnología. Generalmente, esta aproximación asume que el resto de las variables (asociadas al contexto) se mantienen sin modificaciones y en condiciones de mayor certeza (modelos determinísticos). Sin embargo, la toma de decisiones en el sector agropecuario se realiza en contextos que están lejos de ser estables a lo largo del tiempo. El riesgo en la toma de decisiones se genera a partir de la existencia de incertidumbres acerca de los valores que pueden obtener en el futuro ciertas variables que afectan la dinámica de un sistema de producción (Pena de Ladaga y Berger 2006). Esto significa que hay una serie de variables o parámetros que no se mantienen estables en el tiempo, sino que varían de un período a otro (modelos estocásticos), como por ejemplo las precipitaciones, algunos parámetros productivos que afectan rendimientos como los índices de reproducción o mortandad, o los precios de los productos. Sin embargo, en muchos casos esa variabilidad temporal no puede ser estimada con precisión, e incluso en el caso que pudiera ser factible hacerlo, por poseer series de datos históricos suficientes, en algunos casos existe la asunción de que los valores futuros van a tener un comportamiento similar al que tuvieron en el pasado. Algunos fenómenos estudiados más recientemente (ej. cambio climático o cambios de mercado) muestran que este último supuesto es discutible.

De todas maneras, la heterogeneidad espacial y la variabilidad en zonas áridas en semiáridas, con predominancia de sistemas ganaderos extensivos, requieren esfuerzos progresivos en el desarrollo de análisis que incorporen dicha complejidad (Reynolds y Stafford Smith 2002, Ruben y Pender 2004). Reconociendo la existencia de esta complejidad para la toma de decisiones tanto prediales como de política regional, el presente trabajo solo pretende introducir algunos elementos que buscan

hacer explícita algunas diferencias. El objetivo ha sido efectuar un análisis económico-financiero, usando un modelo determinístico, de tres diferentes innovaciones tecnológicas aplicadas en dos sistemas de producción ubicados en zonas biofísica y productivamente diferentes. Esto significa que las tecnologías apuntan a resolver distintos problemas y deben ser concebidas también de manera diferencial.

Particularmente, una de las tecnologías analizadas busca incrementar los niveles medios de producción (incremento en la escala) como medio para incrementar los ingresos globales, mediante el aumento en los niveles de productividad forrajera de mallines a través de la distribución de agua para riego por canales (caso situado en Sierras y Mesetas). Complementariamente, se presenta para el mismo caso una inversión que busca aumentar los niveles de eficiencia de producción mediante aumentos en ciertos índices productivos (ej. la señalada), mediante el cierre de mallines con alambre eléctrico para implementar un manejo de pariciones de manera más controlada (Giraudó *et al.* 2002). La tercer tecnología busca como primer medida disminuir la variabilidad productiva (situado en el Monte Austral) y se presenta una inversión importante en distribución de agua (con manguera), posterior almacenamiento en un tanque australiano y la confección de una división interna con alambre, con la intención de mejorar el pastoreo que permita enfrentar mejor los efectos de sequías intensas (basado en Villagra, com. pers.).

Materiales y métodos

Para evaluar el impacto económico-financiero de las tecnologías mencionadas, se desarrolló un modelo determinístico sencillo para representar un sistema de producción ovina, basado en algunas características biofísicas (Bran *et al.* 2000) y socio-económicas (Easdale *et al.* 2009) típicas de dos regiones de Patagonia norte: a) Monte Austral y b) Sierras y Mesetas (Tabla 1). Los ejemplos se basan en un manejo extensivo tradicional en productores minifundistas. El modelo incorpora un módulo sencillo de la dinámica forrajera, un módulo de la dinámica de la majada y su productividad, y un módulo de análisis económico-financiero basado en la evolución de los márgenes brutos anuales.

La simulación se realiza a 25 años (aproximadamente el término de una generación), en dos situaciones paralelas denominadas i) *sin proyecto*, que incorpora parámetros que normalmente podrían encontrarse en sistemas reales y con decisiones de manejo tradicionales, y ii) *con proyecto*, el cual incorpora la inversión inicial que demanda una tecnología que se desea evaluar, así como los cambios en el corto y largo plazo en los principales parámetros productivos y económicos derivados del potencial impacto de dicha tecnología. Finalmente, el análisis financiero se realiza sobre el flujo de fondos de los márgenes brutos anuales diferenciales (o sea MB con proyecto – MB sin proyecto). Esto significa que el análisis financiero de la inversión en tecnología se realiza sobre los cambios en la productividad, en los ingresos brutos y en los costos directos, y excluye los costos indirectos, de estructura o generales.

El sistema de producción y dinámica de la majada

El modelo incorpora características generales de un sistema extensivo tradicional de producción ovina de cría de Patagonia norte. Asimismo, para este ejemplo se han tomado como referencias algunas características de manejo un pequeño productor modal. La estructura de la majada está basada en un sistema de cría ovina, lo cual significa que no presenta capones en su conformación. En consecuencia, la estructura central está basada en ovejas madre distribuidas en cinco categorías (2, 4, 6, 8 dientes y medio diente). La reposición anual es del 20% y las borregas reciben servicio en 2 dientes, momento en el cual pasan a considerarse parte del plantel de madres.

El porcentaje de carneros es del 3% respecto de las madres en servicio. La distribución porcentual entre estas tres categorías determina una estructura de referencia para el modelo. En caso de producirse desequilibrios entre los porcentajes de cada categoría (por ejemplo debido a una alta mortandad de ovejas madre), la tendencia será a reestablecer dichas proporciones basado en la estructura de referencia, a través de cambios en los porcentajes de reposición, en las ventas de animales y en la retención transitoria de vientres adultos, hasta restablecer el stock y las proporciones entre categorías. Esto significa que en el modelo, la recuperación del stock luego de una mortandad importante de madres se hace sólo a expensas de los animales disponibles en el establecimiento y a cambios en algunas decisiones de manejo, excluyendo la posibilidad de compra externa de animales.

Para confrontar anualmente la dinámica de la carga ganadera global del establecimiento con la receptividad del mismo (proveniente del módulo de dinámica forrajera), las tres categorías fueron transformadas a Unidades Ganaderas Ovinas (UGO), de la siguiente manera: Borregas (0,6 UGO), ovejas (1,2 UGO, incluye los requerimientos del cordero hasta la venta), carneros (1,3 UGO). El consumo anual de 1 UGO se consideró como equivalente a 360 kg MS.año⁻¹.

La dinámica de la majada hace referencia a los cambios que ocurren entre años en la estructura de la majada (proporción relativa de las distintas categorías animales). El modelo incorpora estos cambios principalmente a través de 2 parámetros demográficos: mortandad y señalada. Los índices de mortandad se han desglosado para las tres categorías animales: a) mortandad entre señalada y esquila para animales jóvenes, b) mortandad de madres y c) mortandad en carneros (el cual se ha fijado para el ejemplo en 1/3 de la mortandad de madres, basado en que generalmente están sometidos a menores niveles de stress frente a ciertas condiciones limitantes como una sequía).

Por otro lado, la señalada expresa el porcentaje de corderos obtenidos (señalados) en relación al total de madres al momento del servicio. Debido a que generalmente la mortandad de madres ocurre entre el momento del servicio (otoño) y la señalada (mediados-fines de primavera), el porcentaje de señalada tiene implícita la pérdida de ovejas madre ocurrida durante el invierno. De la cantidad total de corderos señalados anualmente se obtienen las hembras disponibles (50% del total), de las cuales se retiene la cantidad necesaria para conformar la reposición anual de madres. Si la cantidad disponible de corderas supera a la cantidad necesaria para reponer el 20% de la estructura de madres, el modelo procede a retener dicha cantidad y las corderas sobrantes se destinan a venta o a consumo, junto con el resto de los corderos. Sin embargo, si las corderas señaladas son menos que las necesarias para cumplir con la

reposición, se retienen todas las corderas disponibles y la retención para ese año es insuficiente para mantener el stock de madres. Esto se traduce en una diferencia de stock negativa para el año siguiente. En contraposición, si el stock actual es inferior al potencial (determinado por la receptividad ganadera) debido a un incremento en la productividad forrajera o como consecuencia de una mortandad ocurrida en años previos, que genera una menor carga en el año corriente, la retención de corderas será superior al 20% hasta cubrir la diferencia de stock de madres o hasta utilizar todas las corderas disponibles para ese año, o lo que ocurra primero. En caso de no poder cubrir con las corderas señaladas ese año la diferencia de stock de madres, el modelo seguirá reteniendo anualmente una mayor proporción de corderas en los años subsiguientes hasta poder recuperar o ajustar el stock de madres a la receptividad. Finalmente, los productos físicos obtenidos en el sistema de producción y disponibles para la venta son la carne y la lana. En el rubro carne se incluyen los corderos señalados y las corderas señaladas una vez quitada la reposición, y las ovejas viejas (categoría medio diente), obtenidas en base a la diferencia entre la reposición anual y la mortandad. La cantidad de lana disponible para la venta se obtiene de la relación entre la productividad individual por categoría animal y la cantidad de cabezas existentes. En los ejemplos presentados, se ha fijado una productividad anual promedio de 2 kg.cabeza⁻¹ para borregas, 3,5 kg.cabeza⁻¹ para ovejas y 4,5 kg.cabeza⁻¹ para carneros. En otras palabras, los cambios en la productividad total de lana se deben sólo a modificaciones en el stock de animales o en las proporciones relativas de las distintas categorías.

Dinámica forrajera

El módulo de dinámica forrajera tiene el objetivo de incorporar cambios interanuales en la productividad forrajera global para el establecimiento, que determina cambios en la receptividad ganadera anual, la cual afecta el stock de animales (UGO totales) de referencia del establecimiento. Si la cantidad de animales se encuentra por debajo del nivel de receptividad, el modelo ajusta la carga reteniendo más animales (corderas) para aumentar los niveles. Si la cantidad de animales es mayor a la receptividad, se produce una mayor venta de ovejas madres, disminuyendo así el stock general para acoplarlo a la receptividad.

El modelo permite incorporar cambios de mediano-largo plazo en la productividad forrajera, fundamentalmente para simular el impacto de alguna tecnología o medida de manejo. Sin embargo, los cambios de corto plazo o shocks que afectan al sistema productivo (por ejemplo una sequía intensa o una nevada) solo actúan sobre parámetros demográficos de la majada, y no tienen repercusiones directas sobre la productividad en el largo plazo. El modelo permite discriminar dos unidades de paisaje: i) mallines y ii) estepas, su representatividad en superficie, la productividad forrajera anual (kg MS [Materia Seca]. ha⁻². año⁻¹) y el factor de uso, respectivamente. También presenta la posibilidad de incorporar superficie no ganadera o no pastoreada. En la instancia *con proyecto* se habilita la posibilidad de modificar los niveles de productividad forrajera y el factor de uso, con la intención de incorporar modificaciones debida a la incorporación tecnológica o a cambios en el manejo. Para el caso de los mallines, se debe introducir la función que explica el

cambio esperado en productividad luego de una intervención, mientras que para las estepas la tasa de cambio interanual responde a una lineal. La productividad forrajera total y sus cambios quedan determinados por la suma ponderada entre la superficie y la productividad relativa de cada unidad de paisaje.

Finalmente, si bien no es analizado en esta oportunidad, el modelo incorpora la posibilidad de modificar los niveles de carga y su evolución en el tiempo como alternativa para permitir un cambio en los niveles de productividad forrajera (por ejemplo, la recuperación de pastizales en el largo plazo puede requerir de una disminución inicial de la carga animal). Esto permite relacionar la interacción entre recuperación del capital natural dado por modificación de la carga, con el impacto económico-financiero de esa medida, el cual es evaluado a través de los cambios en los niveles de producto obtenido (carne y lana) por modificaciones en el capital semoviente (ovejas).

Módulo económico-financiero

El objetivo principal de este módulo es el de obtener la evolución interanual del margen bruto de las situaciones *con proyecto* y *sin proyecto*, para finalmente obtener la evolución interanual de la diferencia entre ambos márgenes, el cual es utilizado para obtener indicadores financieros.

Para el cálculo del margen bruto ganadero se deducen de los ingresos brutos los costos directos (basado en la metodología de Ghida Daza *et al.* 2009). En los ingresos brutos se incluyen los siguientes rubros i) ventas de hacienda (corderos y ovejas refugo), ii) venta de otros productos (lana) y iii) diferencia de inventario (se calcula la diferencia en cabezas de ovejas y borregas al final del ejercicio respecto de las disponibles al inicio, y se valorizan tomando el precio neto de venta, respectivamente). En los costos directos se incluyen los siguientes rubros (Tabla 1): i) sanidad del ganado, ii) mano de obra para trabajos específicos (juntas para esquila, señalada u otros), iii) esquila (valor de la lata por categoría), iv) gastos de comercialización, flete y movilidad, v) mantenimiento de instalaciones de encierre y manejo del ganado. Para la situación *con proyecto*, se incluye adicionalmente el costo derivado de la asistencia técnica vinculada con la incorporación tecnológica o innovación, y los costos incrementales que la inversión genera. Esto significa que la inversión tecnológica es analizada en términos globales, y su impacto es interpretado no sólo desde el punto de vista del productor (quien toma la decisión), sino también del Estado (quien apoya con financiamiento). Los costos sanitarios y de esquila varían proporcionalmente con los cambios interanuales en el stock de animales, y el transporte y comercialización lo hacen proporcionalmente con los cambios en los niveles de productos para venta. Los costos incrementales de mantenimiento originados por la inversión son incorporados como un porcentaje creciente con el paso del tiempo (tomando como referencia aproximada el tiempo de amortización de la inversión), con la lógica de que una inversión nueva requiere menor mantenimiento al inicio que en períodos futuros. Por último, la inversión es concebida como financiada por un crédito (similares a los ofrecidos por Ley Ovina), cuya devolución se hace a valor producto. El modelo simula una devolución en 5 años para las inversiones en canales, en mallines o alambre eléctrico, y 15 años para

las devoluciones en infraestructura en el monte austral. No se consideraron períodos de gracia, para forzar el análisis a situaciones financieras más ajustadas.

El análisis financiero se realiza incluyendo la inversión inicial y la serie completa (a 25 años) de los diferenciales de márgenes brutos entre la situación *sin proyecto* y la situación *con proyecto*. Se incluyen dos indicadores financieros: i) la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), calculado con una tasa de descuento del 8%.

Parametrización del modelo

Tabla 1. Parámetros asignados a las distintas variables productivas y económicas incluídas en el modelo, para los ejemplos de sierras y mesetas y monte austral, respectivamente.

	Sierras y Mesetas	Monte Austral
Superficie total	2500 ha	5000 ha
Recursos Naturales	Mallines: 2 % Estepa: 85 % Sup. no ganadera: 13%	Sup. Ganadera: 75% Sup. no ganadera: 25%
Productividad forrajera de referencia*	Mallines 2000 kgMS.ha ⁻² .año ⁻¹ Estepas 200 kgMS.ha ⁻² .año ⁻¹	150 kgMS.ha ⁻² .año ⁻¹
Indicadores productivos de referencia	Mortandad señalada-esquila 3%, mortandad adulta 8%, señalada 60%	Mortandad señalada-esquila 3%, mortandad adulta 8%, señalada 55%
Tecnología a evaluar	Distribución de agua en mallines (Dm) \$30.000 (50 ha) Alambre eléctrico en mallines (Ae) \$5.000	Distribución de agua con manguera, con reserva en tanque y alambre interno para dividir cuadros \$60.000
Impacto en el sistema de producción	Dm: Incremento de productividad forrajera – incremento de carga ganadera Ae: Incremento de eficiencia– menor mortandad adulta y aumento de señalada	Amortiguación de las pérdidas frente a eventos de sequía importantes – menor mortandad adulta y niveles bajos de señalada (pero no nulos)
Costos Directos	-Esquila (valor Lata) \$5,50 -Jornales (para juntas y otras labores) 6 Jornales a \$75/J -Vacunación/UGO \$1,50 -Combustible \$500 -Gs. Transporte y Comerc. \$400 -Rep. y mantenimiento \$2.500 -Asistencias técnica (sólo para situación con proyecto) \$7.000/año por los primeros 5 años.	-Esquila (valor Lata) \$5,50 -Jornales (para juntas y otras labores) 6 Jornales a \$75/J -Vacunación/UGO \$1,50 -Combustible \$800 -Gs. Transporte y Comerc. \$500 -Rep. y mantenimiento \$3.000 -Asistencias técnica (sólo para situación con proyecto) \$7.000/año por los primeros 5 años.
Ingresos	-Venta Corderos \$120/cab -Venta Ovejas \$30/cab -Venta Lana \$10/kg -Valoración ovejas y borregas en stock \$90	-Venta Corderos \$120/cab -Venta Ovejas \$30/cab -Venta Lana \$10/kg -Valoración ovejas y borregas en stock \$90

Inversiones tecnológicas evaluadas

Pequeño productor en sierras y mesetas

Se analizaron dos inversiones tecnológicas:

a) Distribución de agua en mallines a través de canales (Dm) – impacto en los niveles productivos de mediano-largo plazo por incremento en la carga ganadera, como consecuencia en el incremento en la productividad forrajera. El monto estimado de la inversión es de \$600/ha, que para el ejemplo utilizado asciende a un total de \$30.000 (50 ha totales). El incremento total en la productividad forrajera del mallín se estimó en un 50%, estabilizándose en los 3.000 kgMS.ha⁻².año⁻¹ al sexto año desde el momento de la ejecución de la obra. El incremento anual en productividad se simuló de la siguiente manera: al año 1 se obtiene el 5% de incremento, al año 2 el 12,5%, al año 3 el 25%, al año 4 el 35%, al año 5 el 45%, llegando al 50% en el sexto año y estabilizándose en los años siguientes (Gaitán, com. pers.).

b) Alambre eléctrico para cercar un mallín (Ae) – impacto en la eficiencia productiva, con incremento en los niveles de señalada y disminución en la mortandad general. Esto se logra como consecuencia de un cambio de manejo en la etapa de parición, concentrando los animales en un espacio reducido y con buena oferta forrajera, que permite controlar ciertos factores que incrementan las pérdidas durante este período crítico (Giraudó *et al.* 2002). El monto total de la inversión asciende a \$5.000, y contempla materiales y flete hasta el establecimiento, pero considerando que la mano de obra la provee el productor (la cual no es incluida en el valor final).

Ambas tecnologías fueron evaluadas separadamente, en conjunto para analizar su interacción y de manera secuencial, para ejemplificar una inversión en distribución de agua en mallines pero en un sistema productivamente más eficiente.

Pequeño productor en el Monte Austral

La inversión analizada corresponde a infraestructura predial, con el objetivo de trasladar agua desde una zona en donde hay disponibilidad actual (en un extremo del establecimiento) hacia un sector que no posee agua disponible y por ende se encuentra sub-utilizado. La inversión total asciende a \$60.000 y contempla una manguera plástica que debe ser enterrada, un tanque australiano para almacenar el agua, y la confección de un alambrado interno para efectuar una división (Villagra, com.pers.), que permita utilizar mejor la zona a ser incorporada al pastoreo y por ende el manejo del pastizal en general (como consecuencia de la menor presión sobre la zona sobre-pastoreada en torno a la aguada disponible). El impacto de esta inversión se analiza solamente en términos de reducción de la variabilidad y en el modelo se incorpora solamente mediante la amortiguación de las pérdidas productivas durante eventos críticos (ej. sequías severas). Dichos eventos críticos actúan incrementando la mortandad animal y reduciendo los niveles de señalada. En el ejemplo se analizaron i) distintas frecuencias de ocurrencia de eventos de sequía severas (1, 2 o 3 sequías en 25 años), ii) distintas intensidades de sequía, mediante la afectación de los niveles de pérdida generados (media -60% mortandad- o fuerte -

80% mortandad-) y iii) la interacción entre ambas. Por otro lado, el momento de ocurrencia de la sequía y el lapso de tiempo que transcurra entre ellas tiene un impacto productivo y financiero importante. Solo para ejemplificar esta complejidad, se incorporó en el análisis de frecuencia de 0,08 (o sea 2 sequías en 25 años) dos lapsos que distancian una sequía de la otra: 4 años y 10 años. Por último, los niveles que presentan los índices productivos para los años post-evento fueron establecidos fijos y similares a los de referencia (mortandad de ovejas 8% y señalada 55%), lo cual tiene incidencias en la tasa de recuperación del stock ganadero. En otras palabras, índices superiores permitirían recuperaciones de stock más rápidas.

Resultados

Pequeño productor en sierras y mesetas

La inversión en distribución de agua en un mallín genera un incremento final de la receptividad del 13% (Tabla 2). La carga animal global se incrementa mediante una mayor retención anual de animales jóvenes y alcanza un nuevo nivel en el sexto año, después de efectuada la inversión (Figura 1). Como consecuencia de una mayor retención de hembras para incrementar el stock de animales, los ingresos corrientes por venta de corderos se ve afectado durante los primeros años (Figura 2), aunque en el margen bruto sea compensado por una diferencia de inventario positiva. Para el ejemplo propuesto y los índices de referencia establecidos, y contemplando que solamente el cambio se obtiene al alcanzar una mayor productividad forrajera en el mediano-largo plazo (escenario 1, tabla 2), los indicadores financieros son negativos tanto en el corto como en el largo plazo. Ahora bien, si al incremento en la productividad forrajera se incorpora una mejora en algunos índices productivos, es necesario (por ejemplo) obtener una leve merma en la mortandad (de 2 puntos porcentuales) y un incremento en la señalada (llevándola de 60 al 71%), para obtener tasas de retorno que superen el 8% al largo plazo (escenario 2, tabla 2). Esto significa que el monto de la inversión es elevado para la escala de establecimiento analizado, y el mero incremento en la productividad forrajera no impacta necesariamente en mayores productos a la venta en el corto plazo, al menos que se incorporen medidas de manejo adicional que sí lo permitan.

En el caso de la inversión en alambre eléctrico, rodeando el mallín para hacer un manejo más intensivo durante la época de la parición, la mejora en los índices productivos genera un mayor retorno de la inversión en el corto y en el largo plazo. Particularmente, los escenarios 4 y 5 muestran una evolución positiva de la TIR y el VAN al corto y largo plazo, principalmente explicados por un incremento en los niveles de señalada obtenidos anualmente (Tabla 2). Esto se logra debido a que la inversión es comparativamente menor que la anterior (canales en el mallín), y con un impacto rápido y directo en un índice altamente vinculado con los niveles de producto para venta (corderos). Esta situación asume que las condiciones del mallín permiten aprovechar este cambio y mantenerlo en el largo plazo.

La situación combinada de ambas inversiones genera resultados positivos también si se obtienen mejoras en productividad forrajera, pero también en eficiencia (escenario 7, Tabla 2). Los indicadores financieros presentan situaciones intermedias entre las

opción anteriormente analizadas (inversiones individuales), pero con un mayor impacto en los productos físicos obtenidos incrementalmente al implementar el proyecto, en el largo plazo (más corderos y lana para venta), evidenciado en los ingresos brutos (Figura 2). De incrementarse la eficiencia (ej. aumentos de señalada, escenarios 8 y 9, Tabla 2), los indicadores financieros de largo plazo crecen positivamente, mientras que los de corto plazo (10 años) comienzan a ser positivos entre los 85-90% de nivel de señalada.

Finalmente, si la inversión para distribución de agua en mallines se realiza sobre un sistema con mayor eficiencia productiva (mortalidad del 5% y señalada del 75%), obliga a la situación con proyecto no sólo a incrementar la productividad forrajera, sino también a elevar la señalada al 87% para generar tasas de retorno que superen el 8% (escenario 10). Este ejemplo simple sólo pretende poner en evidencia que una inversión realizada sobre sistemas productivos de mayor eficiencia, tienen mayores exigencias económico-financieras, incrementando el costo de oportunidad de la misma (efectuar una inversión en otra tecnología con mejor retorno). Esto no debe interpretarse como un desaliento a la inversión en mejoras en mallines, ya que sería necesario incorporar otros indicadores (ej. ambientales a largo plazo), o la interacción con otras opciones de manejo de la productividad generada (ej. incorporar categorías bovinas) no contemplados en este análisis.

Pequeño productor en el Monte Austral

La inversión propuesta para el ejemplo en el Monte Austral, cuyo impacto es evaluado sólo en amortiguar caídas productivas en eventos de sequía severos, muestra niveles de indicadores financieros negativos (para el VAN) y por debajo de tasas internas de retorno (TIR) del 8% para todos los escenarios evaluados al corto plazo (10 años, Tabla 3). Esto significa que para el ejemplo propuesto, el monto de inversión analizado y el criterio utilizado para analizar el impacto de dicha tecnología, los retornos a la inversión deben ser evaluados necesariamente en el largo plazo (>10 años). Asimismo, los indicadores financieros presentan tendencias positivas en los valores netos o en las tasas de retorno, al incrementarse la frecuencia de sequías severas (escenarios 1-4-8 o 2-5-9, Tabla 3), la intensidad en las pérdidas productivas potenciales (escenarios 1-2-3, Tabla 3), o la interacción entre ambas (escenarios 1-4-9, Tabla 3). Por ejemplo, si la ocurrencia de sequías severas fuera de sólo 1 en 25 años, una mortalidad de hembras potencial del 92% que es amortiguada al 30%, y una señalada potencialmente nula llevada al 20%, generaría una tasa interna de retorno >8% (escenario 3, Tabla 3). Ese sólo evento y con esas características, sería necesario para justificar económica-financieramente la inversión, para un período de 25 años. Si la intensidad de la sequía fuera levemente inferior, o sea que la mortalidad de ovejas fuera potencialmente del 80%, ambos indicadores financieros presentarían valores negativos (escenario 2, Tabla 3). Los mismos vuelven a ser positivos si la frecuencia en la ocurrencia de dichos eventos aumentara a 2 sequías severas en 25 años (escenario 5, Tabla 3), y más aún si dichos eventos ocurrieran en un lapso de tiempo menor entre ellos (escenario 7, Tabla 3). Por último, en el caso que ocurra sólo 1 evento de estas características en 25 años (escenario 2, Tabla 3), es necesario incorporar otra perspectiva vinculada con la

reducción en las pérdidas y sus implicancias post-evento. Al comparar la evolución de los márgenes brutos (sin considerar la asistencia técnica, bajo el supuesto de que es provista por el Estado) y su relación con un umbral de referencia (50% del salario de peón ovejero, UATRE), se observa que la situación sin proyecto genera niveles de márgenes bruto que se ubican por debajo de dicho umbral no sólo al producirse el evento de sequía, sino también en los siguientes 3 años (Figura 4). La caída está explicada principalmente por menores ingresos brutos por venta de corderos (Figura 5). En otras palabras, amortiguar las pérdidas productivas durante un evento severo de sequía, permite una más rápida recuperación posterior del ingreso y de los márgenes, lo cual se traduce en una potencial menor dependencia de subsidios o ayudas por parte del Estado.

Discusión y consideraciones finales

Las tecnologías disponibles para ser adoptadas en sistemas reales de producción ovina en Patagonia norte presentan diferencias en el tipo y magnitud de impacto que generan en diferentes factores o componentes de dicho sistema. A su vez, la expresión final de cada tecnología (medida por ejemplo en términos de productividad o eficiencia global) se encuentra influenciada por la heterogeneidad espacial propia del sistema y por el contexto en donde se desarrolla la producción. Con la finalidad de presentar un panorama que ilustre dicha complejidad se evaluaron desde un punto de vista económico-financiero, tres tecnologías diferentes utilizando un modelo determinístico. Las mismas actúan sobre distintos aspectos de la producción: i) modificando los niveles vinculados a la escala de producción (incremento en el stock animal por aumento de receptividad global), ii) mejorando indicadores de eficiencia de producción (principalmente señalada y mayores productos a venta), o iii) reduciendo las pérdidas productivas y de capital (ovejas) durante eventos severos de sequía, en un contexto con mayor riesgo en este tipo de eventos. La heterogeneidad espacial es incorporada a través del análisis de una zona con dos unidades de paisaje contrastantes: i) mallines y ii) estepas, incorporando un uso diferencial de los primeros. Por último, aspectos asociados al contexto de producción son incorporados con ejemplos de dos regiones ecológicas: i) Monte Austral, con mayores necesidades en inversiones de infraestructura y costos directos (Easdale *et al.* 2009), así como un mayor riesgo de ocurrencia de sequías severas) y ii) Sierras y Mesetas, con menor variabilidad productiva.

Aquellas tecnologías que tengan impactos sobre indicadores de eficiencia productiva y comparativamente bajos niveles de inversión inicial (ej. alambre eléctrico en mallines para manejo de pariciones en circunstancias controladas, que mejoran índices de señalada), presentan los mayores retornos económico-financieros tanto en el corto como en el largo plazo. El concepto de la tecnología en este caso es el de mejorar los niveles de eficiencia a partir de un cambio en el manejo (tecnología de proceso), y sin mayores cambios estructurales, pero aprovechando un componente productivo clave como son los mallines. Este cambio requiere necesariamente de una inversión inicial en asistencia técnica que es más importante que la inversión física en el predio.

Inversiones de tipo estructurales, como mejorar la distribución de agua en mallines a través de canales, tienden a elevar aspectos vinculados a la escala de producción (ej. incremento en el stock ganadero), y presentan un mejor retorno financiero de la inversión si son acompañados con leves mejoras en algunos índices productivos (mortalidad y/o señalada). En este caso y para el ejemplo presentado, la magnitud de inversión en asistencia técnica tiende a estar más equiparada con la inversión física, pero permitiría acompañar a la misma de un cambio en el manejo que impacte también sobre la eficiencia productiva y por ende sobre el retorno global de la inversión. De esta manera se potencia el efecto en el corto y en el largo plazo.

Por último, en circunstancias en donde el contexto productivo presenta mayor riesgo (por mayor variabilidad asociada a la ocurrencia de sequías severas, en este caso solamente simulado a través de eventos particulares), inversiones en tecnologías que tiendan a disminuir los niveles de pérdida de productos (corderos y lana) o capital (animales), y sus consecuencias sobre la recuperación post-eventos, se ven favorecidas con el incremento en la frecuencia de eventos, en la intensidad o en la interacción entre ambas. A su vez, permitirían reducir los niveles de ayuda o subsidio por parte del Estado en momentos críticos, provocados tanto durante la ocurrencia del evento mismo como principalmente durante los años sub-siguientes. En estas circunstancias, la magnitud de inversión física (estructural) supera ampliamente a la inversión en asistencia técnica, pero esta última es necesaria para poder optimizar el uso de dicha inversión, la cual depende de ciertos momentos críticos asociados a reducir la variabilidad en el largo plazo, que de ser exitosos, harían incluso positivo el repago de la inversión. Cabe aclarar que este análisis no contempla mejoras en la condición general de los pastizales como consecuencia de un mejor aprovechamiento, la sinergia con otras tecnologías o manejos, o las consecuencias sociales aparejadas a reducir las potenciales pérdidas productivas, así como a la inclusión de otras estrategias de supervivencia (Easdale y Rosso 2010).

Futuros trabajos debieran incorporar explícitamente los contextos de riesgo de cada zona, por ejemplo mediante el desarrollo de modelos estocásticos (algunos ejemplos pueden verse en Cacho *et al.* 1999, Higgins *et al.* 2006, Ares 2007), pero también trabajar en generar y obtener información que permita parametrizar al menos las variables clave del sistema (Conway 1987, Texeira y Paruelo 2006). Se reconoce asimismo la necesidad de incorporar la probabilidad de ocurrencia de nevadas que afecten a la producción –no considerada en este trabajo–, principalmente en la región de Sierras y Mesetas.

Agradecimientos

El presente trabajo fue enriquecido con discusiones y aportes de S. Villagra y J. Gaitán, a quienes se agradece su colaboración. Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto INTA-AEES 30-2442.

Referencias

- Ares JO. 2007. Systems valuing of natural capital and investment in extensive pastoral systems: Lessons from the Patagonian case. *Ecological Economics* 62: 162-173.
- Bran D, Ayesa J y López C. 2000. Regiones ecológicas de Río Negro. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica RN 59.
- Cacho OJ, Bywater AC y Dillon JL. 1999. Assessment of production risk in grazing models. *Agricultural Systems* 60: 87-98.
- Conway GR. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems* 24: 95-117.
- Easdale MH, Aguiar MR, Román M y Villagra SE. 2009. Comparación socio-económica de dos regiones biofísicas: los sistemas ganaderos de la provincia de Río Negro, Argentina. *Cuadernos de Desarrollo Rural* 62: 173-198.
- Easdale MH y Rosso H. 2010. Dealing with drought: social implications of different smallholder survival strategies in semi-arid rangelands of Northern Patagonia, Argentina. *The Rangeland Journal* 32: 247-255.
- Ghida Daza C, Alvarado P, Castignani H, Caviglia J, D'Angelo ML, Engler P, Giorgetti M, Iorio C y Sánchez C. 2009. Indicadores económicos para la gestión de empresas agropecuarias: Bases metodológicas. Serie Ediciones INTA, estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales 11.
- Girauco C, Villagra S, Losardo P, Bidinost F, Garramuño J, Abad M, Uzal F, López J, Bustos C y Gibbons A. 2002. Manejo de la parición para mejorar la producción de corderos. INTA EEA Bariloche Comunicación Técnica PA 14, 24 p.
- Higgins SI, Kantelhardt J, Scheiter S y Boerner J. 2006. Sustainable management of extensively managed savanna rangelands. *Ecological Economics* 62: 102-114.
- Pena de Ladaga S y Berger A. 2006. Toma de decisiones en el sector agropecuario: Herramientas de investigación operativa aplicadas al agro. Facultad de Agronomía (ed), UBA.
- Reynolds JF y Stafford Smith DM. 2002. Do humans cause deserts? En Reynolds JF y Stafford Smith DM (Eds) *Global desertification: Do humans cause deserts?* Dahlem University Press, p 1-21.
- Ruben R y Pender J. 2004. Rural diversity and heterogeneity in less-favoured areas: the quest for policy targeting. *Food Policy* 29: 303-320.
- Texeira M y Paruelo JM. 2006. Demography, population dynamics and sustainability of the Patagonian sheep flocks. *Agricultural Systems* 87 (2): 123-146.

Resultados

Tabla 2. Pequeño productor en Sierras y Mesetas. Indicadores financieros y físicos del impacto de diferentes inversiones i) distribución de agua en mallines (\$30.000) y ii) alambre eléctrico en mallines (\$5.000), y sus interacciones, frente a diferentes escenarios (cambios en los niveles de productividad forrajera con impacto en la receptividad, cambios en mortandad adulta y señalada). Se presenta la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Valor Actual Neto (con una tasa de descuento del 8%, VAN) a largo (25 años) y corto (10 años) plazo, respectivamente. Se incluyen indicadores físicos a obtener en el período de 25 años: cantidad de corderos (cabezas) y lana (kg) incrementales disponibles para venta, y productividad incremental del mallín (kg), como consecuencia de la aplicación de tecnologías. El sistema de referencia presenta los siguientes índices: mortandad señalada-esquila (3%), mortandad adulta (8%), señalada (60%), carga global (493 UGO).

Escenarios	Distribución agua mallines		Alambre eléctrico en mallines			Distribución de agua mallines + alambre eléctrico				Distribución agua mallines*	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Inversión (\$)	30.000	30.000	5.000	5.000	5.000	35.000	35.000	35.000	35.000	30.000	30.000
Incremento final Recept (UGO)	13%	13%	0%	0%	0%	13%	13%	13%	13%	13%	13%
Mortandad Señ-Esq (%)	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Mortandad adulta (%)	8%	5%	5%	5%	5%	8%	5%	5%	5%	5%	5%
Señalada (%)	60%	71%	65%	75%	85%	60%	75%	85%	90%	87%	90%
TIR 25 años	-	8,11%	0,92%	18,55%	39,59%	-	9,55%	15,90%	19,11%	8,33%	10,25%
VAN 25 años	\$ -54.518	\$ 746	\$ -16.499	\$ 26.184	\$ 68.866	\$ -62.844	\$ 11.223	\$ 58.234	\$ 81.740	\$ 2.387	\$ 16.489
Corderos incrementales venta (cab)	360	1.469	450	1.349	2.248	360	1.872	2.881	3.385	1.679	1.981
Lana incremental venta (kg)	4.296	4.309	11	11	11	4.296	4.309	4.309	4.309	4.297	4.297
Productividad incr. mallín (kg)	536.250	536.250	0	0	0	536.250	536.250	536.250	536.250	536.250	536.250
TIR 10 años	-	-	-	10,91%	37,08%	-	-	7,44%	12,02%	-	-
VAN 10 años	\$ -67.908	\$ -33.906	\$ -23.762	\$ 3.069	\$ 29.900	\$ -76.235	\$ -30.662	\$ -1.737	\$ 12.726	\$ -36.227	\$ -27.549

*La distribución de agua en mallines (escenarios 10 y 11): se evalúa la inversión pero en un sistema más eficiente (con 5% de mortandad adulta y 75% de señalada), y se incluyen los niveles de señalada necesarios para generar una TIR que supere la tasa de descuento (TIR>8%).

Tabla 3. Pequeño productor en el Monte Austral. Indicadores financieros y físicos del impacto de inversión en distribución de agua (con manguera), tanque australiano y alambre para división interna (\$60.000), frente a diferentes escenarios de ocurrencia de eventos de sequía severos: Frecuencia (F+, F++, F+++; 1, 2 o 3 eventos en 25 años), Intensidad (I+ media= mortandad adulta 60% y señalada nula 0%; I++ fuerte=mortandad adulta 80% y señalada nula 0%), Período entre eventos (L+, L++; 4 y 10 años entre dos eventos de sequía). Para todos los casos, la situación con proyecto se simula con una mortandad adulta atenuada (30%) y niveles de señalada levemente positivos (20%). Se presenta la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Valor Actual Neto (con una tasa de descuento del 8%, VAN) a largo (25 años) y corto (10 años) plazo, respectivamente. Se incluyen indicadores físicos a obtener en el período de 25 años: cantidad de corderos (cabezas) y lana (kg) incrementales disponibles para venta, como consecuencia de la aplicación de tecnologías. Los índices de referencia, para los períodos sin eventos para ambas situaciones –con (C/Proy) y sin (S/Proy) proyecto-, son los siguientes: mortandad señalada-esquila (3%), mortandad adulta (8%), señalada (55%). Carga global de referencia (625 UGO).

Escenarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	F+ / I+	F+ / I++	F+ / I+++	F++/I+/ L++	F++/I++/L++	F++/I+/L+	F++/I++/L+	F+++/I+	F+++/I++	F+++/I++
Inversión (\$)	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000	60.000
Eventos de sequía en 25 años	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
Mortandad Señ-Esq (%)	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Mortandad adulta S/ Proy (%)	60%	80%	92%	60%	80%	60%	80%	60%	80%	60%
Mortandad adulta C/ Proy (%)	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	20%
Señalada S/ Proy (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Señalada C/ Proy (%)	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	30%
TIR 25 años	-	-	8,43%	1,22%	8,27%	-	12,56%	5,23%	14,28%	9,65%
VAN 25 años	\$ -64.054	\$ -31.251	\$ 1.626	\$ -40.552	\$ 1.717	\$ -36.899	\$ 30.697	\$ -19.823	\$ 55.746	\$ 11.486
Corderos incrementales venta (cab)	459	712	1.033	948	1.334	748	1.507	1.129	1.891	1.534
Lana incremental venta (kg)	3.179	5.798	8.973	6.654	11.508	6.645	15.067	10.325	21.542	12.007
TIR 10 años	-	-	5,99%	-	-	-	5,96%	-	5,96%	1,33%
VAN 10 años	\$ -57.907	\$ -30.111	\$ -6.339	\$ -57.907	\$ -30.111	\$ -47.362	\$ -7.803	\$ -47.362	\$ -7.803	\$ -22.270

El escenario 10 propone una menor mortandad animal (20%) y una señalada un poco mayor (30%), frente a eventos de sequía frecuentes (3 en 25 años), pero de intensidad media.

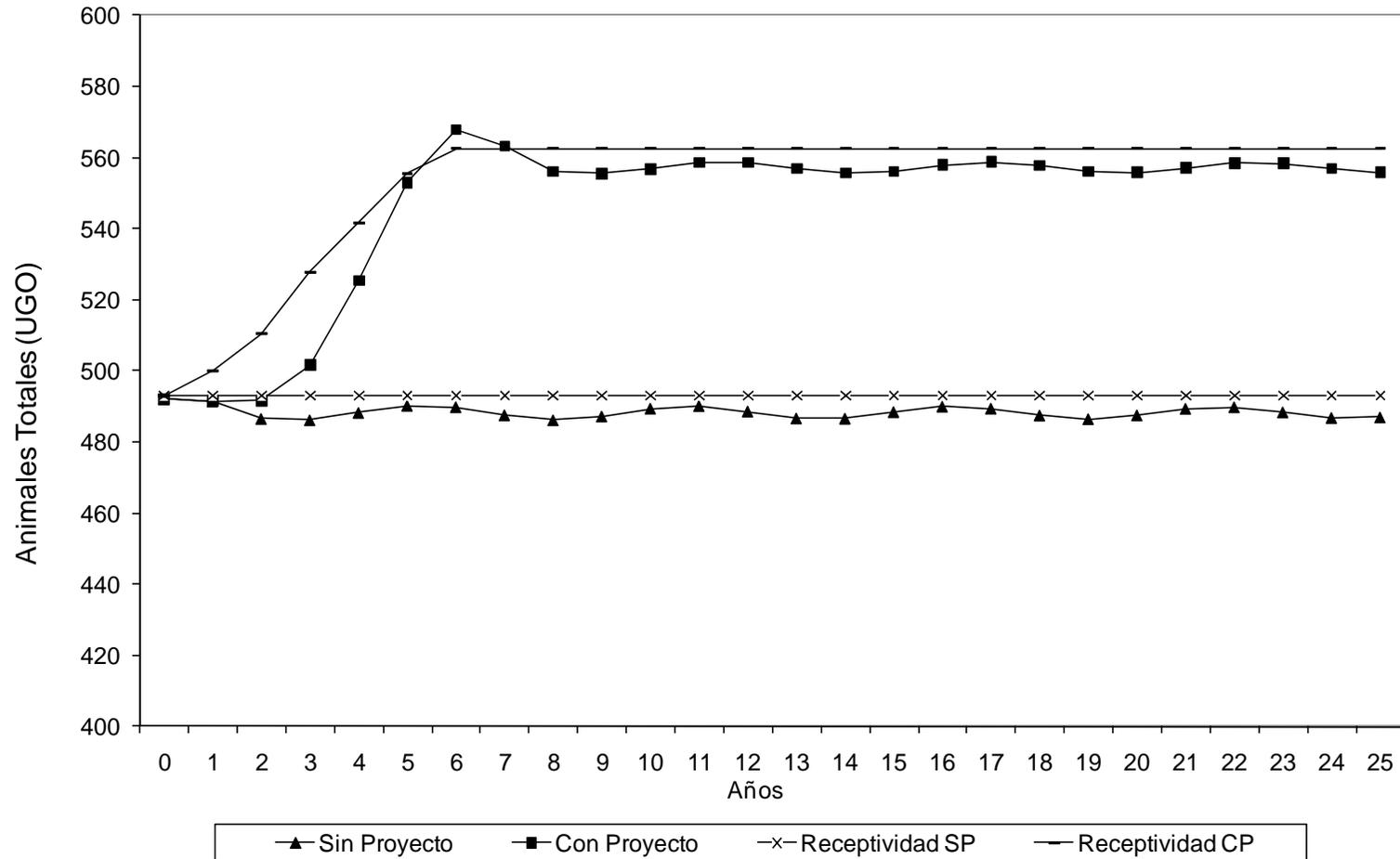


Figura 1. Pequeño productor en Sierras y Mesetas. Evolución de la carga animal total del establecimiento (expresada en Unidades Ganaderas Ovinas, UGO), simulando un incremento en la productividad forrajera del mallín (Escenarios 1-2 y 6-11, tabla 1).

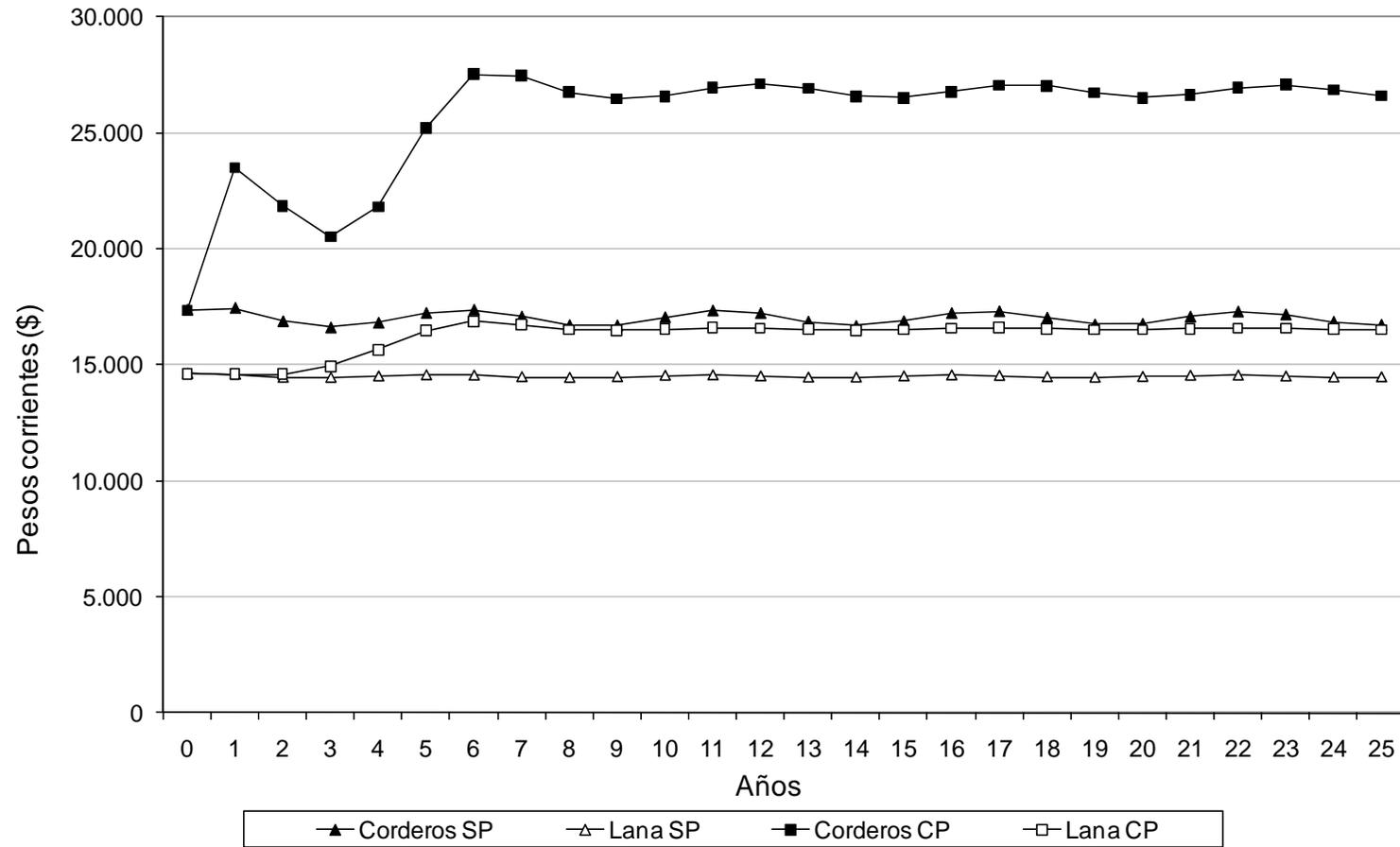


Figura 2. Pequeño productor en Sierras y Mesetas. Evolución de los ingresos brutos provenientes de la venta de corderos y de lana, para las situaciones sin proyecto (SP) y con proyecto (CP), respectivamente. Se representa una situación con incremento en la productividad forrajera del mallín y una mejora en la eficiencia de producción (escenario 7, tabla 1).

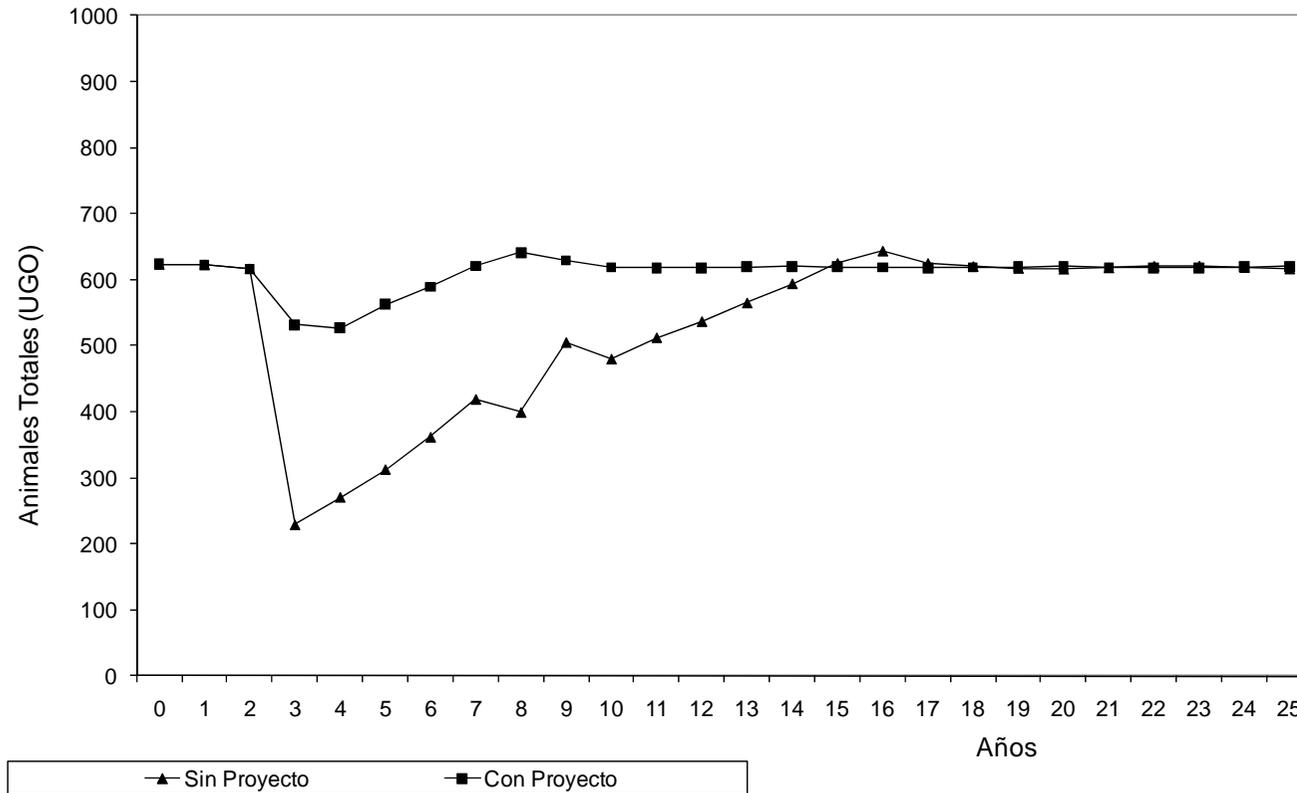


Figura 3. Pequeño productor en el Monte Austral. Evolución de la carga animal total del establecimiento (expresada en Unidades Ganaderas Ovinas, UGO), simulando la ocurrencia de una sequía intensa (Escenario 2, tabla 2) en el tercer ciclo productivo, para la situación sin proyecto y con proyecto, respectivamente.

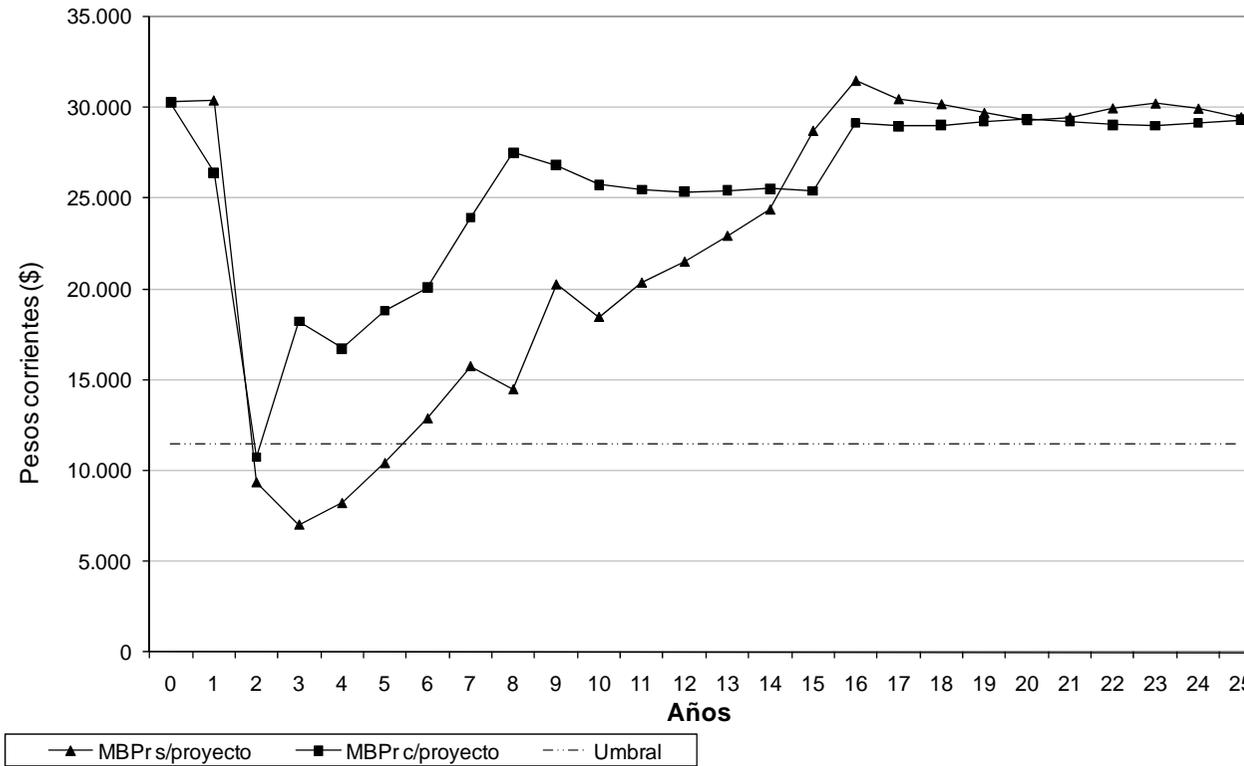


Figura 4. Pequeño productor en el Monte Austral. Evolución de los márgenes brutos para las situaciones sin proyecto y con proyecto, frente a un evento de sequía que impacta en la producción (Escenario 2, ver tabla 2). Se excluye del cálculo el monto de asistencia técnica, asumiendo que el Estado se hace cargo de la misma, con la intención de representar mejor la situación del productor. Se incluye un umbral, el cual representa aproximadamente el 50% del salario de peón ovejero para el año 2010 (incluyendo SAC, según UATRE).

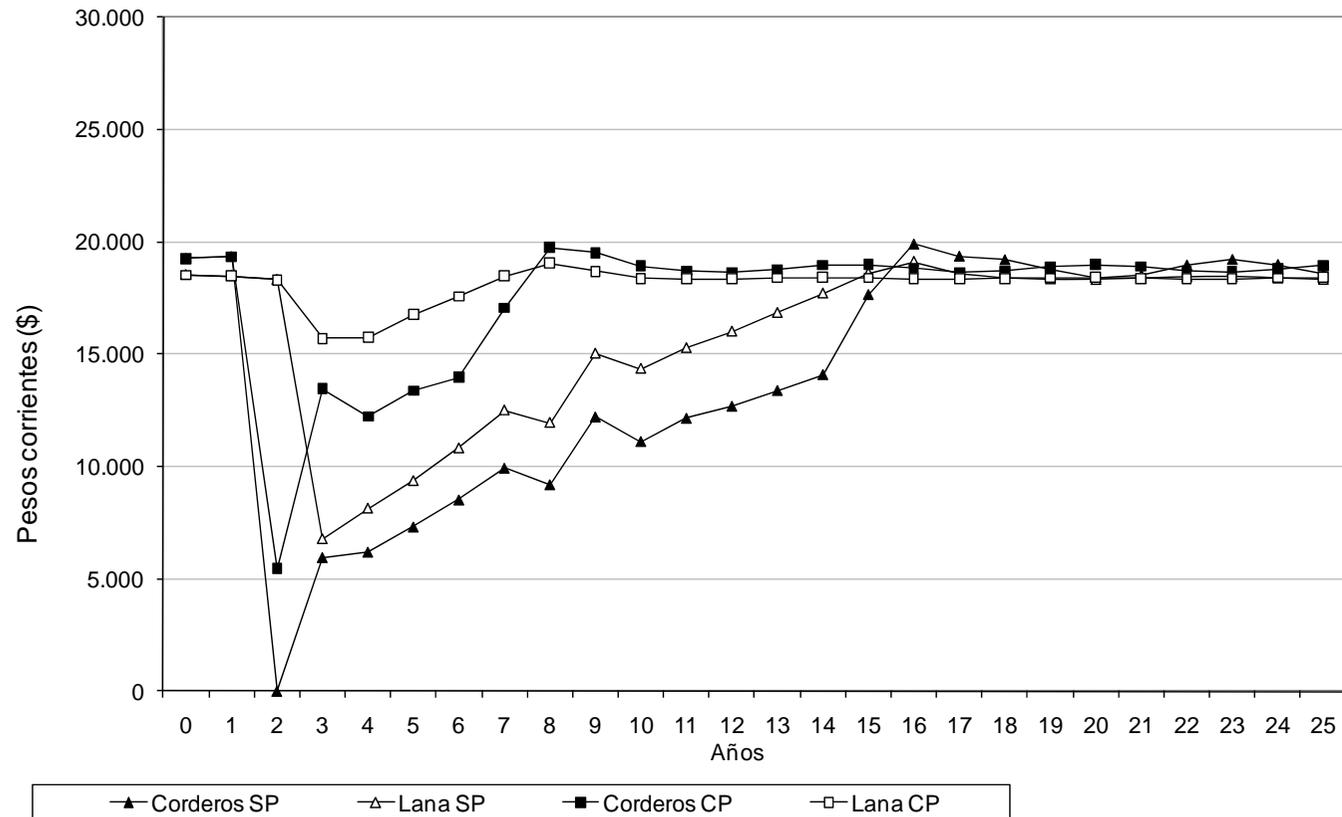


Figura 5. Pequeño productor en el Monte Austral. Evolución de los ingresos brutos provenientes de la venta de corderos y de lana, para las situaciones sin proyecto (SP) y con proyecto (CP), respectivamente. La situación representada corresponde a la ocurrencia de un evento de sequía severo (escenario 2, ver tabla 2).

Actualidad económica de la producción ovina en Patagonia Norte

Leonardo Claps

Introducción

La producción ovina es la principal actividad ganadera de toda la Patagonia Argentina. Esta genera en el ámbito rural un importante impacto socio-económico demandando mano de obra, insumos, bienes de capital y diversos servicios específicos para la actividad como lo es la esquila, entre otros.

Para saber cuál es el estado de competitividad de la actividad en su conjunto es necesario analizar los costos, los ingresos y el resultado económico en cada “actor o eslabón” que conforma la cadena productiva ya sea de lana, carne o cueros. En esta ocasión se analiza el estado de resultado económico de la actividad tranquera adentro, donde se plantean tres escalas de análisis diferentes (pequeña de 550 ovinos, mediana de 2500 ovinos y grande con 6500 ovinos).

Con el fin de facilitar el proceso de análisis se utilizó un sistema informático denominado “Modelo ovino Merino” (www.gefpatagonia.com.ar sección modelos de simulación). Dicho programa fue desarrollado desde el Proyecto GEF – Patagonia Tierra, por el grupo de Sistemas de Producción, Economía y Sociología Rural de la EEA Bariloche, junto con otras organizaciones colaboradoras. Este tiene por finalidad facilitar el proceso de planificación y toma de decisiones, que el técnico junto con el productor debe realizar cada año. Utilizando esta herramienta, ambos pueden conocer con mayor precisión el resultado productivo y económico de un establecimiento ganadero ovino, ya sea para un periodo en particular o bien para un ejercicio de planificación de largo plazo.

Teniendo en cuenta que cada caso en particular tiene sus características propias, las cuales influyen en forma diferente sobre los resultados del sistema productivo, a continuación se sintetizan los indicadores productivos y de manejo más relevantes para realizar el análisis de las tres escalas de producción definidas.

Desarrollo

Detalle de los casos analizados

Para el análisis propuesto se utilizaron parámetros productivos conservadores para la zona agroecológica de Sierras y Mesetas, ya que muchos establecimientos poseen un mejor valor promedio de los indicadores utilizados (ej.: mejor señalada). Además en esta zona, la actividad ganadera ovina se caracteriza por tener un perfil lanero, a pesar que los ingresos por venta y por consumo de animales para carne suele ser relativamente importante, sobre todo en productores pequeños. Teniendo en cuenta estas características se realiza el análisis en base a tres escalas diferentes: Una grande con 6500 cabezas (15000 has), una mediana con 2500 cabezas (5500 has) y una pequeña con 550 cabezas ovinas en producción (1500 has). Los supuestos de precios

se definieron a partir de los valores medios del final de la última zafra productiva (precios de abril de 2010). Los indicadores productivos utilizados en las tres escalas se definen a continuación:

- ✚ Criterios de manejo de majada:
 - ✓ Carneros sobre madres: 4%.
 - ✓ Reposición interna de carneros: 10%
 - ✓ Edad de servicio: 2 dientes.
 - ✓ % capones en majada: 10% en escala pequeña y 30% en escalas mediana y grande.

- ✚ Indicadores productivos:
 - ✓ Señalada: 55% (en escalas grande y mediana) y 60% en pequeña.
 - ✓ Mortandad entre señalada y esquila: 5% (en escalas grande y mediana) y 4% en pequeña.
 - ✓ Mortandad entre señalada y esquila: 10% (en escalas grande y mediana) y 8% en pequeña.

- ✚ Indicadores de ingresos por venta de lana:
 - ✓ Borrego/a: peso promedio de vellón 2,5 kg, rinde promedio 60%, finura promedio 17,5, precio promedio por kg: \$ 19.
 - ✓ Ovejas, capones y carneros: peso promedio de vellón 4 kg (ovejas) y 6 kg (capones y carneros), rinde promedio 60%, finura promedio 20 micrones, precio promedio por kg: \$ 13.

- ✚ Indicadores de ingresos por venta de carne:
 - ✓ Corderos: peso vivo promedio 25 kg/cab, precio de venta promedio de 130 \$/cab.
 - ✓ Corderas: peso vivo promedio 24 kg/cab, precio de venta promedio de 120 \$/cab.
 - ✓ Ovejas ½ diente y diente gastado: peso vivo promedio 36 kg/cab, precio promedio de venta a 135 \$/cab para ½ diente y 110 \$/cab para diente gastado.
 - ✓ Capones ½ diente: peso vivo promedio 45 kg/cab, precio promedio de venta a 160 \$/cab.

- ✚ Otras variables relevantes:
 - ✓ Mano de obra permanente: el caso de 6500 animales se analiza con tres peones permanentes (costo por peón \$ 1450, más cargas sociales, más \$ 300 por mes en concepto de víveres), más la dedicación par time del dueño como administrador, por lo cual se lo costea con un retiro de 4000 \$/mes. El caso de 2500 animales se costea con un peón permanente, más la dedicación par time del dueño como administrador, aquí el costo utilizado fue de 3000 \$/mes. Para el caso de 550 animales se asume que el dueño realiza todas las actividades productivas y administrativas, por lo cual retira 1450 \$/mes, equivalente al salario mínimo de un puestero permanente. En este caso no se le imputan las cargas sociales, ya que el modelo se realiza partiendo de que el

productor está inscripto al monotributo, con lo cual no posee más cargas sociales e impositivas que ésta.

Composición del capital en una explotación ovina

Desde el punto de vista económico el capital de una actividad está compuesto por todos los activos que se involucran para generar valor. Este capital puede ser del tipo tangible como la tierra, los alambres y los animales, entre otros. Desde otro punto de vista, el capital también puede ser del tipo intangible, como por ejemplo la capacidad de gestión y el conocimiento del productor o también el conocimiento y capacidades de los trabajadores que se emplean. En este sentido, cabe señalar que el Modelo ovino Merino utilizado sólo cuantifica los activos del tipo tangibles, los cuales se clasifican en capital fundiario, capital de explotación y capital circulante.

Teniendo en cuenta las premisas mencionadas se definió cuál es la participación relativa de cada tipo de capital. Sobre esta base conceptual se pudo observar que en las tres escalas analizadas el capital fundiario (valor de la tierra más todas las mejoras) es el más importante, ya que representa más del 80% del capital total del establecimiento ovino. Seguido a éste se posiciona el capital de explotación, participando entre el 11 al 15% del capital total, según la escala (Tabla 1). El mismo se constituye por el valor promedio de todos los animales en producción (denominado capital de explotación animado) más el valor promedio de todo el equipamiento productivo, maquinaria y utilitarios (denominado capital de explotación inanimado). Teniendo en cuenta éstas características se observa que en una explotación grande (6500 ovinos), el 80% del capital de explotación es del tipo animado, mientras que el 20% restante es del tipo inanimado. En una explotación pequeña (550 ovinos), el capital animado posee un mayor nivel de participación, representando un 95% del capital de explotación, el 5% restante es del tipo inanimado. En una explotación de tamaño medio (2500 ovinos), el capital de explotación animado suele representar entre el 85 al 90% del capital de explotación. Por último y con menor nivel de participación relativa, se ubica el capital circulante. Este se constituye por valor medio del dinero y de otros valores o mercaderías que el establecimiento tiene disponible para poder afrontar mínimamente los gastos frecuentes mensuales de la explotación. Este tipo de capital es el de menor participación relativa para los tres casos.

Tabla 1. Composición típica del capital total en Patagonia Norte para tres escalas productivas.

Capital	550 ovinos		2500 ovinos		6500 ovinos	
Fundiario	\$ 696.354	86,24%	\$ 2.912.220	84,65%	\$ 7.456.457	83,49%
Explotación	\$ 92.473	11,45%	\$ 467.715	13,60%	\$ 1.316.425	14,74%
Circulante	\$ 18.675	2,31%	\$ 60.395	1,76%	\$ 157.640	1,77%
Total	\$ 807.502	100%	\$ 3.440.330	100%	\$ 8.930.522	100%

Fuente: Elaboración propia en base a valores medios de la zona.

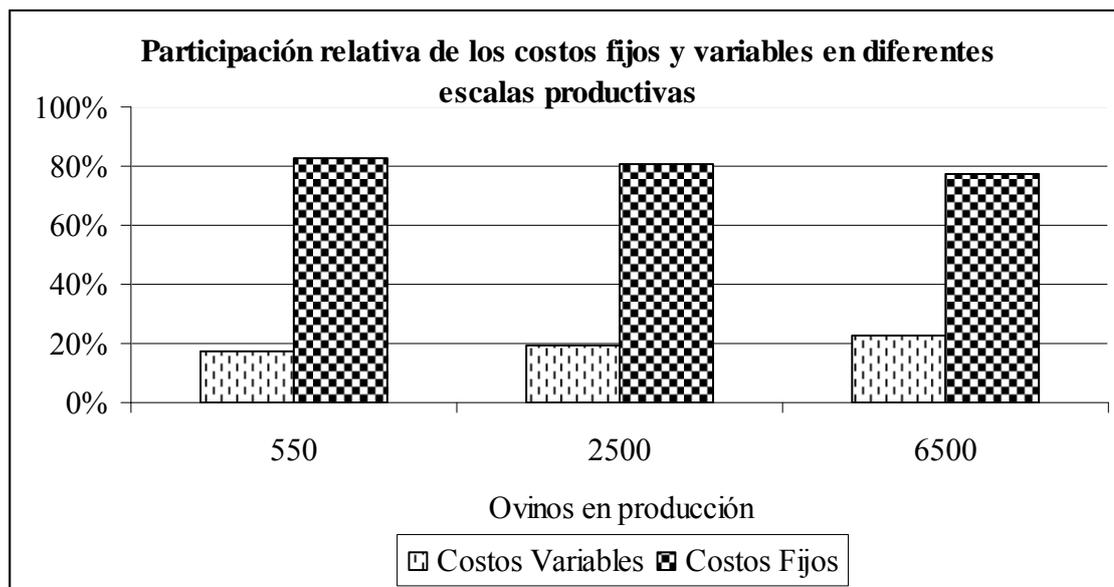
En esta breve descripción de la composición del capital se refleja que el valor de la tierra junto con el valor de las mejoras poseen un peso relativo importante dentro del

patrimonio del productor propietario, independientemente del tamaño de la explotación. Esta situación nos indica que, si bien la ganadería ovina es denominada como extensiva desde el punto de vista productivo, no lo es desde el punto de vista económico-financiero, ya que el capital fijo inmovilizado que el productor propietario tiene para producir es importante. Un claro ejemplo de esto son los alambres que junto con el valor de la tierra, son el activo inmovilizado más importante que posee un establecimiento ganadero ovino. En este aspecto, es importante señalar que lo ideal para cualquier emprendimiento productivo es tener una mayor participación relativa del capital de explotación ya que de éste se genera la producción. En el caso de una explotación ovina el aumento del capital de explotación está básicamente relacionado a tener un mayor número de animales productivos y que a la vez estos sean lo más efectivos y eficientes posible. Lógicamente, para que se pueda cumplir con esta premisa, el productor primero debe realizar un uso y manejo racional y estratégico del pastizal natural, incluyendo la intensificación de los mallines si es que tiene. Si a esto se lo complementa con una suplementación estratégica, seguramente el capital de explotación se incrementará y por ende la producción del campo.

Los costos de producción

Por lo general, la composición de los costos de operación anual del sistema ovino está definida en gran parte por el componente tecnológico y por el tipo de capital productivo utilizado. Teniendo en cuenta esta característica y en base a los valores medios de los costos de producción ovina de la zafra anterior, actualizados al mes de abril de 2010, se pudo determinar que el costo operativo anual promedio (sin contar las amortizaciones e intereses) para un campo de 550 ovinos fue unos 50.000 \$/año. Para un tamaño de explotación que maneja 2500 animales fue de 140.000 \$/año y, para un establecimiento de 6500 animales fue de unos 340.000 \$/año. Revisando la composición de estos valores se observa que en las tres escalas analizadas la participación de los costos fijos respecto al costo total es similar, representando un valor cercano al 80% del costo operativo anual (Figura 1). En esta componente se destaca el costo del personal permanente, el cual resulta ser el costo fijo más importante para un establecimiento ovino. En este sentido, cabe señalar que el nivel de participación relativa del costo del personal es más importante en la escala pequeña, donde el valor representa más de un 65% del costo operativo anual, mientras que en las escalas mediana y grande, su participación relativa es cercana al 54 y 56% respectivamente (Tabla 2).

Con menor nivel de participación los costos de mantenimiento de mejoras y equipamiento (capital fijo inanimado), el gasto en movilidad y los impuestos, representan demás costos fijos relevantes de una explotación ovina. La participación relativa de todos ellos es similar, salvo el costo de los impuestos, donde en la escala pequeña posee una participación relativa menor.



Fuente: Elaboración propia en base a valores medios de la zona.

Figura 1. Participación relativa de los costos fijos y variables en diferentes escalas productivas.

Los costos variables poseen una menor participación relativa dentro del costo anual de operación, ya que participan un 17% del costo de operación anual para una escala pequeña, un 19% para una escala mediana y 22% para la escala grande. Estos incluyen a todos los costos directos de producción, donde se destacan: el costo de esquila, la sanidad y los jornales adicionales para actividades productivas como la señalada, esquila de ojos y baño, insumos y asistencia veterinaria, entre otros. En este caso, el costo de la esquila se destaca por encima de los otros costos de producción directa, ya que su participación relativa representa un 40% para una escala pequeña, un 55% en una escala mediana y 65% para una escala grande.

Tabla 2. Detalle de los principales costos operativos de la producción ovina para tres escalas diferentes.

Concepto	550 ovinos			2500 ovinos			6500 ovinos		
	Participación	\$/Cabeza	\$/Ha	Participación	\$/Cabeza	\$/Ha	Participación	\$/Cabeza	\$/Ha
Costos directos de producción	16,03%	15,16	5,33	18,46%	10,99	4,95	15,94%	9,20	3,95
Personal	65,14%	61,62	21,67	53,57%	31,88	14,37	55,56%	32,06	13,78
Mantenimiento de mejoras	6,56%	6,20	2,18	7,16%	4,26	1,92	5,65%	3,26	1,40
Mantenimiento capital fijo inanimado	3,79%	3,58	1,26	4,66%	2,77	1,25	5,14%	2,96	1,27
Movilidad	3,01%	2,84	1,00	6,03%	3,59	1,62	4,03%	2,33	1,00
Impuestos	4,42%	4,18	1,47	7,71%	4,59	2,07	7,80%	4,50	1,94
Administración comercial	1,07%	1,01	0,36	2,41%	1,44	0,65	5,88%	3,39	1,46

Fuente: Elaboración propia en base a valores medios de la zona.

Los ingresos

Los ingresos directos de la actividad son los que se generan por la venta de lana, animales para faena y/o reproductores y la venta de cueros. Cabe mencionar que en el caso analizado no se tuvo en cuenta la venta de reproductores, ya que no todos los productores pueden hacerlo. Otra característica a señalar es que si bien el consumo de animales para faena del establecimiento representa un ingreso, también es un costo, por lo tanto su valoración dentro de la ecuación económica fue cero. Se definió así para simplificar el análisis, a pesar de que el costo de producción generalmente es menor al valor del producto en el mercado.

Para definir el ingreso total se utilizaron los precios de referencia de lana del SIPyM, correspondientes al mes de abril de 2010. El precio promedio de la hacienda fue definido a través de consultas efectuadas a referentes comerciales de Patagonia Norte, también para la misma fecha.

El resultado del esquema productivo planteado definió un ingreso bruto anual de \$ 52.700 para escala pequeña, \$ 220.000 en la escala mediana y \$ 575.000 para la escala grande. En todos los casos el ingreso por lana fue el de mayor magnitud representando un 66 y 65% del ingreso total en las escalas mediana y grande respectivamente. Sin embargo para una escala pequeña, la participación relativa del ingreso por venta de lana representó el 55% del ingreso total, mientras que el 44,9% del ingreso restante surge del ingreso por venta de animales para faena. La venta de cueros mostró una magnitud poco considerable (menor al 0,05% en todos los casos).

Independientemente de la escala productiva se observa que el sistema ovino es muy sensible a las variaciones de los ingresos. Desde el punto de vista del mercado, la variable “más sensible” es el precio de los productos, destacándose el ingreso por lana y animales para faena. Desde lo productivo, la señalada, el peso promedio del vellón y las pérdidas por mortandad son respectivamente las variables más sensibles en años normales. En el caso de la mortandad, cuando los valores son extraordinarios como producto de una nevada o una sequía, se observa que es muy difícil que el resultado operativo de la actividad vuelva a ser rentable a corto y mediano plazo, ya que sin ningún tipo de apoyo extra predial es difícil que el stock ovino (capital de explotación) se recupere antes de los 5 años como mínimo. Otro aspecto a tener en cuenta es que los ingresos alcanzados surgen de los precios promedio correspondiente al fin de la temporada 2009/2010, los cuales han sido unos de los mejores de los últimos años. Esto significa que en años de precios bajos e independientemente la escala productiva de la explotación, la rentabilidad para un sistema ovino con las características productivas mencionadas es muy baja o directamente negativa.

Estado de resultados de la actividad

En base a los valores de ingresos y costos de los casos analizados se observa que los indicadores de resultado económico relativamente son positivos en las escalas mediana y grande. Mientras que en base al contexto de precios e indicadores productivos planteados, el beneficio neto anual para una escala pequeña es negativo, mientras el margen bruto anual fue de \$ 43.941 (Tabla 3). Si a este margen bruto se

le restan los costos indirectos, se obtiene el ingreso efectivo al productor propietario, el cual resultó ser de \$ 35.074 para una escala pequeña. En esta escala se nota claramente cómo la actividad resulta ser una fuente generadora de autoempleo para el productor propietario, ya que el ingreso efectivo definido refleja el dinero disponible que él obtiene de una explotación de este tipo. Con este ejercicio se puede definir que, según los datos utilizados, la producción ovina a escala pequeña no es rentable, ya que el beneficio neto resultó ser negativo.

En el caso de una explotación mediana, el beneficio neto es de 49.312 \$/año, con lo cual el productor propietario obtiene una rentabilidad anual del 1,34%. Si al cálculo de rentabilidad se excluye el valor del capital fundiario, la rentabilidad anual para éste caso es de 9,04%.

El beneficio neto anual para la escala grande fue de \$ 178.821 y la rentabilidad anual del ejercicio fue de 1,86%. Si en este caso también se excluye en el cálculo el valor del capital fundiario, la rentabilidad anual es 11,57%.

Tabla 3. Estado de resultados para tres escalas productivas.

Indicador	Valor anual	\$/ha	\$/cabeza
550 ovinos			
Margen Bruto	\$ 43.941	\$ 29,29	\$ 83,06
Ingreso efectivo al productor propietario	\$ 35.074	\$ 23,38	\$ 66,30
Beneficio neto	-\$ 2.046,23	-\$ 1,36	-\$ 3,87
Rentabilidad capital (menos fundiario)		Nula	
Rentabilidad sobre capital total		Nula	
2500 ovinos			
Margen Bruto	\$ 191.212	\$ 34,77	\$ 76,95
Ingreso efectivo al productor propietario	\$ 124.040	\$ 22,55	\$ 49,92
Beneficio neto	\$ 49.312	\$ 8,97	\$ 19,84
Rentabilidad capital (menos fundiario)		9,04%	
Rentabilidad sobre capital total		1,34%	
6500 ovinos			
Margen Bruto	\$ 498.081	\$ 33,21	\$ 77,09
Ingreso efectivo al productor propietario	\$ 306.511	\$ 20,43	\$ 47,44
Beneficio neto	\$ 178.821	\$ 11,92	\$ 27,68
Rentabilidad capital (menos fundiario)		11,57%	
Rentabilidad sobre capital total		1,86%	

Fuente: Elaboración propia en base a valores medios de la zona.

Análisis de sensibilidad del ejercicio

A pesar de que los indicadores de la actividad resultan ser positivos para las escalas medianas y grandes, no lo son para el pequeño productor. Esto no implica que una explotación de mayor escala siempre tenga un nivel de rentabilidad positivo. Hay que tener en cuenta que ante pequeños cambios de determinadas variables internas y externas del sistema, los resultados económicos y financieros de la actividad cambian significativamente. Para ello se realizó un análisis de sensibilidad de los tres casos, aplicando un aumento del 10% en la señalada y otro ejercicio de sensibilidad que complementa al aumento de señalada con un 5% de incremento de los precios de todos los productos. Los resultados obtenidos se exponen en la Tabla 4.

Tabla 4. Estado de resultados con sensibilidad para tres escalas productivas.

Indicador	Resultado del ejercicio	Resultado con 10 % aumento señalada	Resultado con 10 % aumento señalada más 5 % incremento precios
550 ovinos			
Beneficio neto	-\$ 2.046	\$ 2.809	\$ 5.398
Rentabilidad capital (menos fundiario)	Nula	2,40%	4,57%
Rentabilidad sobre capital total	Nula	0,31%	0,59%
2500 ovinos			
Beneficio neto	\$ 49.312	\$ 63.992	\$ 74.693
Rentabilidad capital (menos fundiario)	9,04%	11,37%	13,20%
Rentabilidad sobre capital total	1,34%	1,73%	2,02%
6500 ovinos			
Beneficio neto	\$ 178.821	\$ 217.116	\$ 248.328
Rentabilidad capital (menos fundiario)	11,57%	13,65%	15,52%
Rentabilidad sobre capital total	1,86%	2,25%	2,57%

Fuente: Elaboración propia en base a valores medios de la zona.

Reflexión final

Este ejercicio nos muestra que en la actualidad la ganadería ovina, desarrollada inclusive en una de las mejores zonas agro ecológicas de Patagónica Norte (sierras y mesetas), no genera un nivel de rentabilidad elevado, aun a una gran escala. Sin embargo, también es evidente que si algunas variables claves de este negocio son mejoradas, la rentabilidad de la actividad comienza a ser más atractiva, incluso comparable a otras actividades productivas.

Hoy en día la mejora de algunas variables claves del negocio no es imposible, ya que el productor dispone de tecnologías de manejo productivo y de gestión empresarial, las cuales pueden ayudar a mejorar los resultados de su producción. En este sentido es importante destacar la presencia de la Ley Ovina, la cual representa una herramienta fundamental para que el productor pueda incorporar tecnologías o realizar inversiones estratégicas que mejoren la productividad global de su establecimiento ganadero.

Información adicional

Modelo ovino Merino: www.gefpatagonia.com.ar (sección modelos de simulación).

Anexos

Refugio de ovinos Merino

OBJETIVO A LOGRAR: Mejorar la calidad y aumentar la producción de lana.

VENTAJAS:

Es una práctica de de bajo costo, que no requiere instrumental y cuyo efecto perdura en las futuras generaciones.

CONDICIONES:

- Haber definido el objetivo de mejoramiento y el tipo de animal deseado, según el campo.
- Alcanzar un alto porcentaje de señalada.
- No retener en el campo los animales refugados (destinar a venta o consumo).
- Disponer de corrales con divisiones y preferentemente manga de aparte.
- Trabajar con luz natural, corrales y animales limpios y secos, preferentemente sobre piso de cemento, madera, piedra, etc.

CUANDO SE HACE ?

El mejor momento para clasificar animales es cuando son **adultos** y su vellón tiene entre 5 y 8 meses de crecimiento de lana. Esto se puede realizar **antes del servicio o antes de la esquila**.

No es adecuado descartar o seleccionar animales a temprana edad (corderos), pero durante la **señalada** y el **destete** se pueden refugar aquellos con problemas serios y permanentes (arrugas, manchas, etc).

CÓMO SE HACE:

Juntar los animales y contar cuantos hay por cada categoría: borregos, madres adultas, ovejas viejas, carneros, capones y corderos. Según cuántos hay de cada categoría, calcular cuántos pueden ser refugados y reemplazados por borregas nuevos de mejor calidad. Pintar y apartar las ovejas viejas con menos de medio diente.

Si la majada está estabilizada en cantidad de animales debemos tratar de conservar una relación de 1 carnero y 5 borregas cada 20 madres adultas.

EN LA PRÁCTICA...

Comenzar descartando para venta o consumo los animales con problemas más graves y luego los más leves (en el orden indicado):

- 1.- Manchas con lana de color en el vellón, la barriga o las patas.
- 2.- Animales con chilla en el vellón, en los cuartos, en el cuello, etc.
- 3.- Animales con defectos de aplomos, boquinos, mala conformación, etc.
- 4.- Animales muy chicos de tamaño comparados con otros de su misma edad.
- 5.- Animales que dan muy poca lana (mecha corta, vellón flojo).

- 6.- Animales muy arrugados (en anca, cogote, cuarto, cara, costilla).
- 7.- Animales con cara muy tapada de lana.
- 8.- Animales con lana muy gruesa respecto al conjunto del lote.
- 9.- Animales con lanas inferiores (ásperas, amarillas, sin brillo, sin rizo).
- 10 - Animales con pezuñas negras.
- 11.- Manchas pequeñas con pelos de color en orejas y ojos.
- 12.- Manchas en las mucosas (nariz, ojos, boca, vulva).
- 13.- Enfermedades del vellón (lana de palo, dermatitis, hongos).

OTRAS SUGERENCIAS:

- Es preferible descartar una oveja joven con defectos, en vez de una vieja. Esto es porque si retenemos una hembra joven con problemas nos dejará muchas crías probablemente con defectos similares. Si hablamos de carneros esto es más grave ya que cada uno deja muchas crías por año.
- Retener en el campo todas las borregas hasta la primera esquila es una práctica que permite seleccionar las mejores de manera más segura porque ya tienen buen desarrollo. Además así aumentamos la cantidad de lana fina de borregos en el lote.
- Es importante considerar el estado de las ovejas al momento de la clasificación porque las preñadas y lactantes pueden presentar menor condición corporal y largo de mecha.
- La esquila es un buen momento para identificar animales con defectos, pero si la esquila es preparto estarán flacos para la venta.
- Es importante conocer la receptividad de animales del campo para evitar el sobrepastoreo.

CONSULTAS:

Ing. Agr. Franca Bidinost, Tel: 02944-422731, fbidinost@bariloche.inta.gov.ar
INTA Bariloche.

OTROS CONTACTOS: Agencias de Extensión de INTA o a un profesional o técnico de su confianza.

Empleo de la condición corporal como indicador para el manejo de la majada y la calidad de la canal

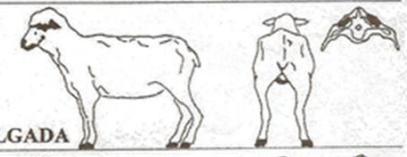
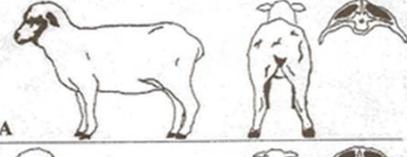
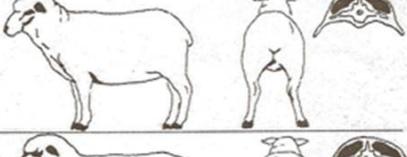
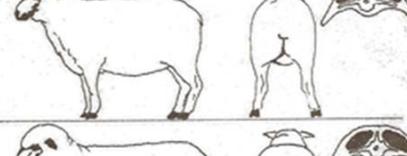
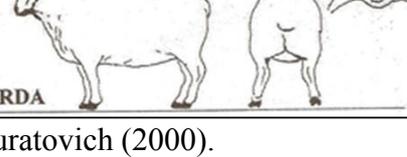
Laura Villar y María Zimerman

Descripción de la técnica

La determinación de la condición corporal (CC) es una herramienta para establecer, de manera sencilla y certera, el estado nutricional del animal. Con esta técnica se pueden tomar decisiones sobre el manejo de la majada al momento de cumplir con funciones reproductivas (servicio y parto) y productivas (selección de animales para venta de carne).

La escala

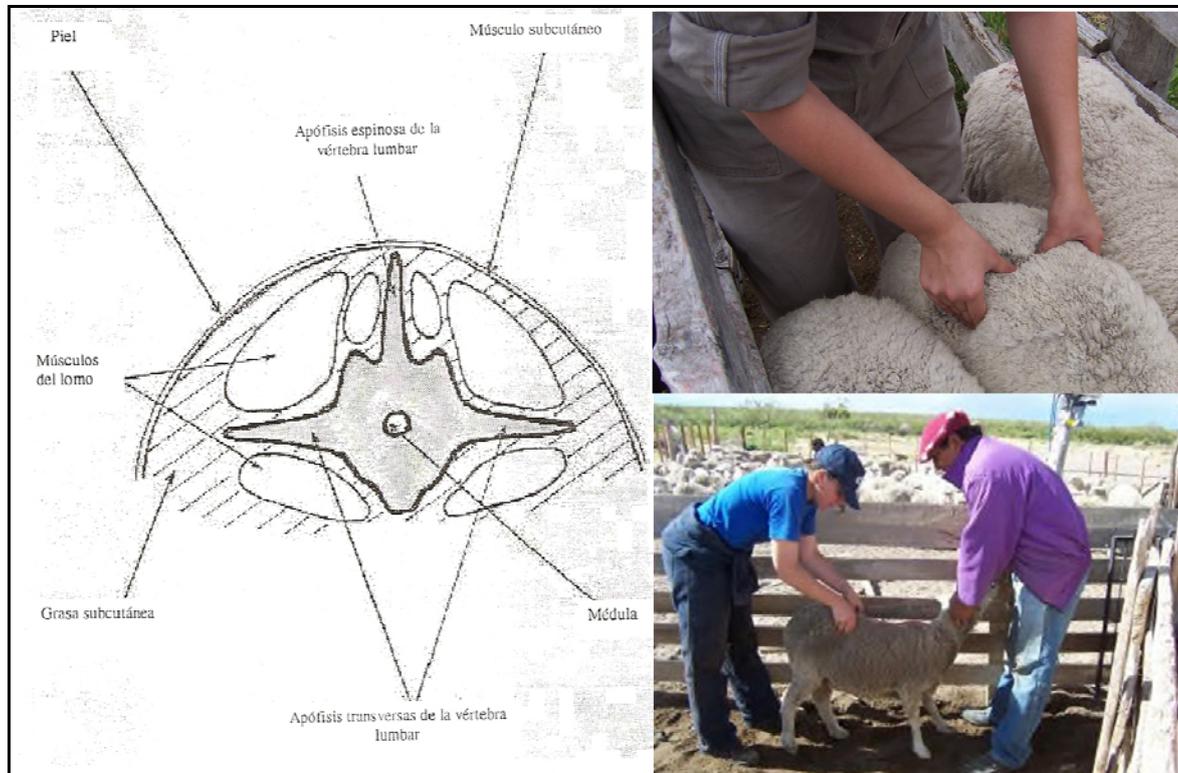
La técnica original (Jeffries 1961) posee 6 puntos ya que incluye al 0, que implica el estado de un animal cercano a la muerte. La técnica adoptada en la región está basada en una escala de 1 a 5 puntos (Figura 1). Las puntuaciones son categóricas y su diferenciación se alcanza con un entrenamiento mínimo de unas horas.

CONDICIÓN CORPORAL (OVEJAS)	DESCRIPCIÓN
<p>1 MUY DELGADA</p> 	<p>Condición 1. Las apófisis espinosas (AE) se palpan fácilmente. Las apófisis transversas (AT) son agudas y los dedos pasan con facilidad por debajo de los extremos. El músculo del lomo es superficial (forma cóncava) y sin cobertura grasa. Los huesos de la cola son agudos y se tocan fácilmente</p>
<p>2 DELGADA</p> 	<p>Condición 2. Las AE se palpan suaves. Las AT son suaves y redondeadas y es posible pasar los dedos por debajo de los extremos con una leve presión. El músculo del lomo tiene una profundidad moderada (forma plana) y con poca cobertura grasa. Los huesos de la cola son redondeados pero se pueden palpar.</p>
<p>3 MEDIA</p> 	<p>Condición 3. Las AE se detectan como elevaciones pequeñas, suaves y redondeadas. Las AT son suaves y están bien cubiertas, y para palpar los extremos hay que hacer presión con los dedos. El músculo del lomo está lleno (forma convexa) con moderada cobertura grasa. Los huesos de la cola apenas pueden palparse.</p>
<p>4 GORDA</p> 	<p>Condición 4. Las AE se detectan presionando como una línea dura entre la cobertura grasa del área del lomo. Los extremos de las AT no se pueden palpar. El músculo del lomo está lleno y con una gruesa capa de grasa. Los huesos de la cola no se pueden palpar.</p>
<p>5 MUY GORDA</p> 	<p>Condición 5. La AE no se pueden palpar, aún haciendo presión. Hay una depresión entre las capas de grasa en el lugar donde se sienten las mismas. Las AT no se detectan. El músculo del lomo está completamente lleno y tiene una capa de grasa gruesa. Los huesos de la cola esta cubiertos abundantemente de grasa.</p>

Fuente: Buratovich (2000).

Figura 1. Escala de condición corporal en ovinos.

Se palpa al animal en la zona lumbar, sin hacer demasiada fuerza con los dedos (Figura 2). Los pulgares tocan las apófisis espinosas (AE) de la columna y los dedos restantes palpan las apófisis transversas (AT) de las vértebras lumbares (Figura 2). Hay que tener en cuenta que el animal no se encuentre haciendo fuerza, sino la determinación será errónea ya que se “endurece” el músculo del lomo.



Fuente: Buratovich (2000); PID 277/01 (2005).

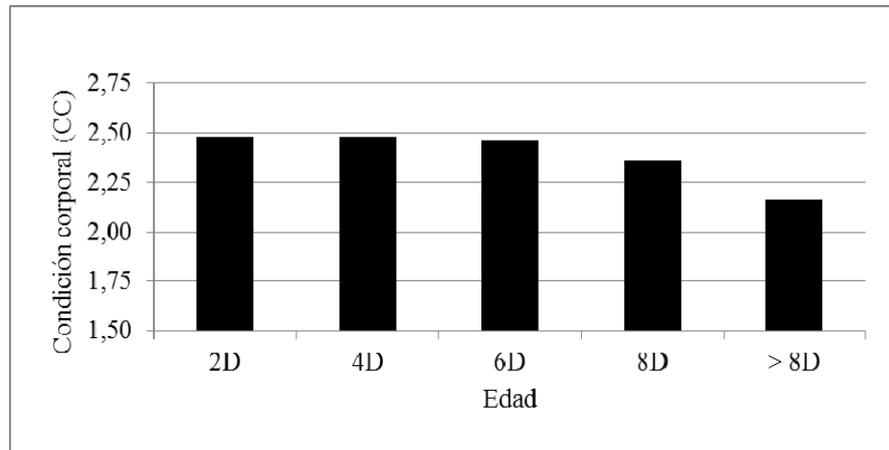
Figura 2. Lugar de palpación, posición del operario y del animal para evaluar la condición corporal.

En majadas generales de la región, el uso de la escala completa de CC no suministra mucha información, ya que el rango que se obtiene es estrecho (entre 1 y 3 puntos de CC); salvo excepciones donde se observan mayores puntuaciones. Es así como surgió la inquietud y necesidad de dividir la escala e incorporar “el medio (0,5) y el cuarto (0,25) punto” entre cada punto de la escala. Para esto se necesita un entrenamiento un poco mayor que con la escala original (Giraudó 2010).

Relación con la dentición y la categoría animal

Los animales más jóvenes, de mejor dentición, tienen mejor CC en un momento determinado, comparado con animales adultos (medio diente o diente gastado). En este sentido es interesante acompañar al diagnóstico de CC con un “boqueo” de la majada, para tomar decisiones con aquellos animales muy flacos y/o sin dientes (Figura 3).

Por otro lado, hay que considerar que en la categoría cordero/a diente de leche, los huesos son “más filosos”, motivo por el cual se palpan más fácilmente las apófisis transversas y espinosas, y se tiende a castigar en el puntaje final de CC.



Fuente: PID 277/01 (2003-2005).

Figura 3. Relación entre la condición corporal y la edad en ovejas Merino.

Usos en momentos estratégicos y adaptación para usos prácticos

Uno de los principales usos en el manejo de majadas, es su empleo durante el servicio y en días previos al parto. En la raza Merino del norte de la Patagonia, para obtener una buena preñez, la CC al momento del servicio no debiera ser menor a 2,5. El mismo valor de CC sería adecuado para el parto.

Resultados experimentales indican que los porcentajes de preñez y de sobrevivencia de los corderos aumentan progresivamente entre un valor de CC de 2 a 3 puntos de las ovejas madres (Tabla 1).

Tabla 1. Interpretación práctica de la condición corporal al servicio y al parto.

Puntaje de CC	Estado equivalente
Menor de 2 puntos	Regular a malo
Entre 2 y 2,5	Bueno
Entre 2,5 y 3	Muy bueno

Fuente: Giraudó (2010).

Empleo en la producción de carne

El uso de la técnica en el momento de la venta de animales para carne es muy apropiado. Los compradores, especialmente de los frigoríficos, revisan los animales palpando las vértebras caudales en torno a la base de la cola. Este método es semejante al de palpación en la zona lumbar. En este caso, el empleo del “cuarto”

punto resulta muy útil ya que en corderos, una CC mayor a 2,5 garantiza un buen grado de terminación y engrasamiento de la res o canal (Giraudó 2010).

Una medida de clasificación de canales o reses es según la cobertura de los riñones con grasa. Esta se utiliza principalmente en razas que tienden a acumular más grasas cavitarias (pélvica, renal, mesentérica y omental) que grasas de cobertura de la canal, tal es el caso de la raza Merino. Otra medida es de acuerdo a la cobertura de la canal con grasa subcutánea, que se puede determinar entre la 13° vértebra torácica y la 1° lumbar midiendo con calibre el espesor de la misma.

Existe una correlación positiva entre la condición corporal previa a la faena (CCPF) y la proporción de grasa pélvico renal y de cobertura en la canal. Hay que prestar especial atención a que una CC por debajo de 2,5 dará como resultado canales o reses muy magras.

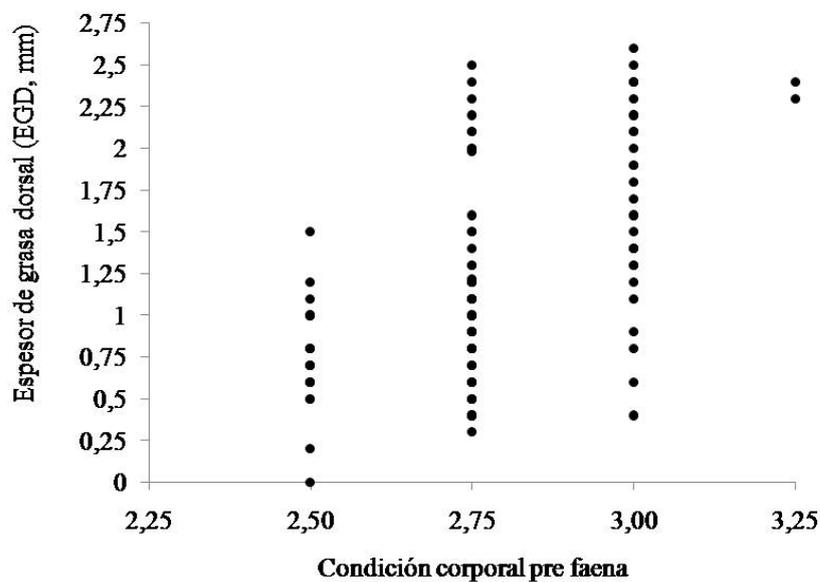


Figura 4. Relación entre la condición corporal previa a la faena (CCPF) y el espesor de grasa dorsal (EGD) en canales de corderos pesados de raza Merino.

En la Figura 4 se observa que una mayor CCPF se asocia a un mayor espesor de grasa de cobertura de la canal. No obstante, el nivel de engrasamiento de la canal resulta bajo (debajo de 3 mm), lo cual es característico de la raza Merino de genotipo lanero.

A continuación se presenta una serie de resultados obtenidos de diferentes ensayos de producción de carne ovina, algunos de ellos muy recientes, con distintas categorías dentro de la raza Merino. En cada ensayo se determinó la condición corporal previa a la faena (CCPF) y luego se clasificaron las canales según la cobertura renal con grasa (CR) (Figura 5).



Fuente: Domingo e Infante com. pers. (2010).

Figura 5. Patrón de engrasamiento por cobertura renal (CR) en canales ovinas.

En las tablas 2, 3, 4, 5 y 6, se presentan resultados de diversos ensayos provenientes de faenas experimentales de corderos y ovejas, realizadas en las instalaciones de la EEA Bariloche.

Tabla 2. Porcentaje de canales clasificadas según la cobertura renal (CR) y su relación con la condición corporal pre faena (CCPF), en faenas de corderos Merino de 3 meses de edad.

CCPF	n° corderos	Cobertura renal con grasa				
		0	0,25	0,5	0,75	1
2,5	17	-	35	47	18	-
2,75	42	-	31	33	33	2
3	31	-	10	3	84	3

Fuente: Zimerman, com. pers. (2010).

Tabla 3. Porcentaje de canales clasificadas según la cobertura renal (CR) y su relación con la condición corporal pre faena (CCPF), en faenas de corderos de raza Merino provenientes del área ecológica del monte y terminados en pastoreo sobre mallines de las Sierras y Mesetas occidentales.

CCPF	n° corderos	Cobertura renal con grasa			
		0,25	0,5	0,75	1
2,5	10	0	10	90	0
2,75	10	0	10	90	0

Fuente: Girauo *et al.* (2010).

Tabla 4. Porcentaje de canales clasificadas según la cobertura renal (CR) y su relación con la condición corporal pre faena (CCPF), en faenas de corderos Merino engordados a corral con pellet de alfalfa y maíz.

Cobertura renal con grasa						
CCPF	n° corderos	0	0,25	0,5	0,75	1
2,5	12	-	8	25	25	42
2,75	21	-	-	5	62	33
3	16	-	-	25	44	31
3,25	3	-	-	-	67	33
3,5	2	-	-	-	-	100

Fuente: Villar *et al.* (2008).

Tabla 5. Porcentaje de canales clasificadas según la cobertura renal (CR) y su relación con la condición corporal pre faena (CCPF), en faenas de corderos pesados de raza Merino con y sin suplementación invernal.

Cobertura renal con grasa					
CCPF	n° corderos	0,25	0,5	0,75	1
2,5	26	8	46	38	8
2,75	77	6	25	35	22
3	30	0	7	40	53
3,25	4	0	25	50	25

Fuente: Villar (2010).

En todos los casos, se observa que la condición corporal pre faena (CCPF) que garantiza una buena terminación de la canal es mayor a 2,5 puntos. A medida que se incrementa la CCPF, hay mayor proporción de canales con cobertura renal (CR) superior a 0,5. Sin embargo, cabe mencionar que para el caso de los corderos terminados a corral con grano de maíz, se obtiene una mayor CCPF y una mayor acumulación de grasa pélvico-renal, debido a que este tipo de alimento energético favorecen la acumulación de grasas en la canal y en la carne. Esto puede resultar contraproducente ya que hay una preferencia por parte de los consumidores de carne magra con bajo contenidos de grasa.

Tabla 6. Porcentaje de canales clasificadas según la cobertura renal (CR) y su relación con la condición corporal pre faena (CCPF), en faenas de ovejas de refugio de raza Merino, engordadas a corral con alimento balanceado.

Cobertura renal con grasa						
CCPF	n° ovejas	0	0,25	0,5	0,75	1
1,5	4	-	25	25	50	-
1,75	2	-	-	50	50	-
2	13	8	23	31	38	-
2,25	1	-	-	-	100	-
2,5	7	-	-	-	71	29

Fuente: Domingo y Zimerman, com. pers. (2010).

En el caso de los engordes de refugio, podemos observar que se logran canales terminadas con una CCPF menor a 2,5 puntos, lo cual está vinculado a la tendencia de los animales de mayor edad a acumular más grasa, que los animales más jóvenes.

Referencias

- Buratovich O. 2000. Uso de la condición corporal. En: Memorias del 7° Curso de Actualización en Producción Ovina. INTA. San Carlos de Bariloche, 4-8 Septiembre, p. 173-176
- Girauo C. 2010. El empleo de la condición corporal como indicador del estado nutricional de los ovinos. Revista Presencia 54: 32-35
- Girauo C y Villar L. 2010. Producción de corderos integrando dos áreas ecológicas de diferente estacionalidad forrajera. Rev. Arg. Prod. Anim. En prensa.
- Jeffries B. 1961. Body condition scoring and its use in management. Tasmanian J. Agric. 39: 19-21.
- PID 277/01. 2003-2005. Factores productivos que limitan la producción de corderos en Río Negro. Informe final.
- Villar L, Zimmerman M, Girauo C y Domingo E. 2008. Calidad de la canal y de la carne de corderos Merino en confinamiento. Rev. Arg. Prod. Anim. 28 (1): 223-224.
- Villar L. 2010. Producción de carne y lana de corderos pesados con suplementación invernal en Sierras y Mesetas occidentales de Río negro. Tesis *Magister Scientiae*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina, 90 p.