



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Derivación de valores económicos para objetivos de selección en razas terminales ovinas

Marcos García Pintos Spalla

Maestría en Ciencias Agrarias

Opción Ciencias Animales

Febrero, 2025

**Derivación de valores económicos para
objetivos de selección en razas
terminales ovinas**

Marcos García Pintos Spalla

Maestría en Ciencias Agrarias

Opción Ciencias Animales

Febrero, 2025

Tesis aprobada por el tribunal integrado por Ing. Agr. (PhD.) Gabriel Rovere, Ing. Agr. (PhD.) María Isabel Pravia y Lic. en Biol. (PhD.) Ana Laura Sanchez, el 8 de abril de 2025. Autora: Ing Agr. Marcos García Pintos. Director: Ing. Agr. (PhD.) Gabriel Ciappesoni, Co-directora Ing. Agr. (PhD.) Ana Claudia Guillenea.

Agradecimientos

Agradezco el apoyo recibido por mi familia, que siempre de una forma u otra me ayuda a cumplir mis metas y a creer que es posible. A mis amigos y familia, por acompañarme siempre.

A mi tutor, Ing. Agr. Ph.D. Gabriel Ciappesoni, y cotutora, Ing. Agr. Ph.D. Ana Guillenea, por guiarme en mi formación científica y por la buena disposición para ayudarme durante estos años. Con ellos siento que somos un gran equipo.

A Diego Gimeno, desde mi etapa del grado me enseñó esta pasión de la selección genética y gracias a él es que continué formándome. Dedicó mucho tiempo personal para mi formación: una muestra de su calidad humana.

Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), que apostó a mi formación destinando recursos institucionales otorgando valor a la formación técnica.

A todo el equipo del SUL, por apoyarme y acompañarme en este proceso.

Tabla de contenido

<u>Agradecimientos</u>	<u>IV</u>
<u>Resumen</u>	<u>VII</u>
<u>Summary</u>	<u>VIII</u>
<u>1. Introducción</u>	<u>1</u>
<u>2. Revisión bibliográfica</u>	<u>8</u>
2.1. Sistemas de producción	8
2.2. Sistemas de pagos	8
<u>2.2.1. Sistema de clasificación europeo</u>	<u>9</u>
<u>2.2.2. Sistema de clasificación australiano</u>	<u>10</u>
<u>2.2.3. Sistema de clasificación neozelandés</u>	<u>11</u>
<u>2.2.4. Sistema de clasificación uruguayo</u>	<u>11</u>
2.3. Objetivo de selección	13
<u>2.3.1. Objetivos de selección en Australia</u>	<u>16</u>
<u>2.3.2. Objetivos de selección en Nueva Zelanda</u>	<u>16</u>
<u>2.3.3. Objetivos de selección en Irlanda</u>	<u>18</u>
<u>2.3.4. Objetivos de selección contemplando el consumo</u>	<u>18</u>
<u>2.3.5. Determinación de los valores económicos (VE)</u>	<u>20</u>
<u>2.3.6. Expresiones descontadas</u>	<u>21</u>
2.4. Criterios de selección	23
2.5. Índices de selección	25
<u>3. Hipótesis y objetivos</u>	<u>29</u>
3.1. Hipótesis	29
3.2. Objetivo general	29
3.3. Objetivos específicos	29
<u>4. Materiales y métodos</u>	<u>30</u>
4.1. Definición de sistemas de producción	30
<u>4.1.1. Identificación de fuentes de ingreso y costos de producción: beneficio económico de los sistemas</u>	<u>33</u>
<u>4.1.2. Identificación de características que afectan al sistema</u>	<u>35</u>
4.2. Derivación de los valores económicos	36
<u>4.2.2. Peso de canal a los 120 días</u>	<u>36</u>

4.2.3. Consumo	38
4.2.4. Tipificación	42
4.3. Sensibilidad de los valores económicos	45
<u>5. Resultados y discusión</u>	48
<u>6. Conclusiones</u>	54
<u>7. Bibliografía</u>	55
<u>8. Anexo</u>	64
8.1. Objetivos de selección y cálculo de ponderaciones económicas para dos sistemas de producción de carne ovina con razas terminales	64
8.1.1. Introducción	68
8.1.2. Materiales y métodos	69
8.1.3. Resultados	82
8.1.4. Discusión	84
8.1.5. Conclusiones	86
8.1.6. Bibliografía	88
8.2. Metodología de talleres con las sociedades de criadores	90
8.2.1. Bienvenida-precalentamiento	90
8.2.2. Encuesta previa	91
8.2.3. Nivelación	94
8.2.4. Taller	94
8.2.5. Presentación resultados del taller	95
8.2.6. Propuesta final validada por sociedad de criadores	96
8.2.7. Devolución, evaluación	97
8.3. Estimaciones de heredabilidades y correlaciones	98
8.4. Tabla de resultados planillas Microsoft Excel®	100
8.4.1. Peso de canal	100
8.4.2. Consumo	101
8.4.3. Tipificación	103

Resumen

El principal objetivo de este estudio fue calcular valores económicos (VE) que orienten la selección genética en razas terminales ovinas, para mejorar así el beneficio económico. Los objetivos específicos incluyeron la definición de sistemas de producción representativos y la cuantificación de características que impactan directamente en los ingresos y costos de producción, como el peso de canal, la tipificación de las canales y el consumo. Aumentar los ingresos económicos de los sistemas ovinos de producción de carne mediante la mejora genética es una necesidad de todas las razas terminales que participan de la evaluación genética en Uruguay. Se derivaron valores económicos para dos sistemas de producción (semi-intensivo e intensivo), que derivó los VE de diferentes características (peso de canal, tipificación y consumo). Para el peso de canal, se penalizó el consumo en uno de los escenarios (H₁), mientras que en el otro (H₂) se incluyó el consumo como una característica independiente. El estudio muestra que la definición de objetivos de selección es crucial para orientar la mejora genética. Características como el peso de canal y la conformación fueron priorizadas. Además, se establecieron penalizaciones por consumo en algunos casos, destacando la importancia de balancear el crecimiento con el costo del alimento. Los sistemas intensivos mostraron un mayor beneficio económico en comparación con los semiintensivos. El trabajo propone un enfoque que integra factores genéticos, productivos y económicos, con el fin de mejorar la eficiencia y el rendimiento en la producción de carne ovina en Uruguay. Los VE obtenidos permiten guiar la selección genética hacia animales que ofrezcan mayores beneficios económicos y que contribuyan al desarrollo sostenible de la industria ovina. Los resultados muestran que es posible mejorar genéticamente los objetivos planteados con un mayor énfasis de selección al peso del canal determinado principalmente por el sistema de pago que se utiliza en Uruguay.

Palabras clave: valores económicos, razas terminales, mejora genética, cruzamiento terminal

Summary

Derivation of economic values for selection objectives in terminal sheep breeds

The main objective of this study was to develop economic values to guide genetic selection in terminal sheep breeds, thus improving economic benefits. Specific objectives included defining representative production systems and quantifying characteristics that directly impact income and production costs, such as carcass weight, carcass classification and feed consumption. Increasing the economic income of meat sheep production systems through genetic improvement is a necessity for all terminal breeds involved in genetic evaluation in Uruguay. Two production systems (semi-intensive and intensive) were analyzed, deriving values from different characteristics (carcass weight, classification and consumption). For carcass weight, feed consumption was penalized in one of the scenarios (H1), while in the other (H2), feed consumption was included as an independent trait. The study shows that defining selection objectives is critical for guiding genetic improvement. Traits such as carcass weight and conformation were prioritized. Additionally, feed consumption penalties were established in some cases, highlighting the importance of balancing growth with feed cost. Intensive systems showed greater economic benefits compared to semi-intensive systems. The study proposes an approach that integrates genetic, productive and economic factors to improve efficiency and performance in sheep meat production in Uruguay. The economic values obtained can guide genetic selection toward animals that offer greater economic benefits, contributing to the sustainable development of the sheep industry. The results show that it is possible to genetically improve the set objectives with a stronger emphasis on selecting for carcass weight, primarily determined by the payment system used in Uruguay.

Keywords: economic values, terminal breeds, genetic improvement, terminal crossbreeding

1. Introducción

La utilización de razas carniceras en sistemas de producción ovina ha venido aumentando en los últimos años en el Uruguay. Buscando una mayor diversificación en los ingresos, algunos productores pasaron del tradicional sistema lanero con producción de lana a base de ovejas de cría y capones a producir mayor número de corderos a partir de un aumento en la productividad por oveja encarnerada y, a su vez, se han incorporado razas carniceras para utilizar en cruzamientos terminales y lograr mayor peso de canal y precocidad. La definición de los caracteres a mejorar en estas razas es de suma importancia para incrementar el beneficio económico en estos sistemas.

La composición de la majada nacional ha variado a través de los años desde una composición más especializada en la producción de lana a una más especializada en la producción de carne. Si tomamos la serie de existencias ovinas relevadas por la Dirección Nacional de Contralor de Semovientes (DINACOSE) (DIEA, 2023), podemos observar tres fases; la primera, de crecimiento: de 1974 a 1991, el stock pasó de 15 millones al máximo de la serie de 26 millones, un crecimiento promedio de aproximadamente 600.000 cabezas en promedio por año. Luego de una fase de decrecimiento pronunciado desde 1992 al 2014, el stock nacional alcanza los 7 millones, con una liquidación promedio anual de aproximadamente un millón de cabezas en quince años. Luego, podemos definir una fase de estabilidad decreciente del stock de 6,6 a 5,9 en nueve años desde el 2014 al 2023, con una disminución promedio anual de 89.000 cabezas (figura 1). En 1974, el 52 % y 18 % de la majada nacional representaban ovejas y capones, respectivamente. Al final de la liquidación pronunciada (2014), se incrementó la participación de las ovejas a 57 % y los capones tuvieron una fuerte reducción hasta el 8 % del stock.

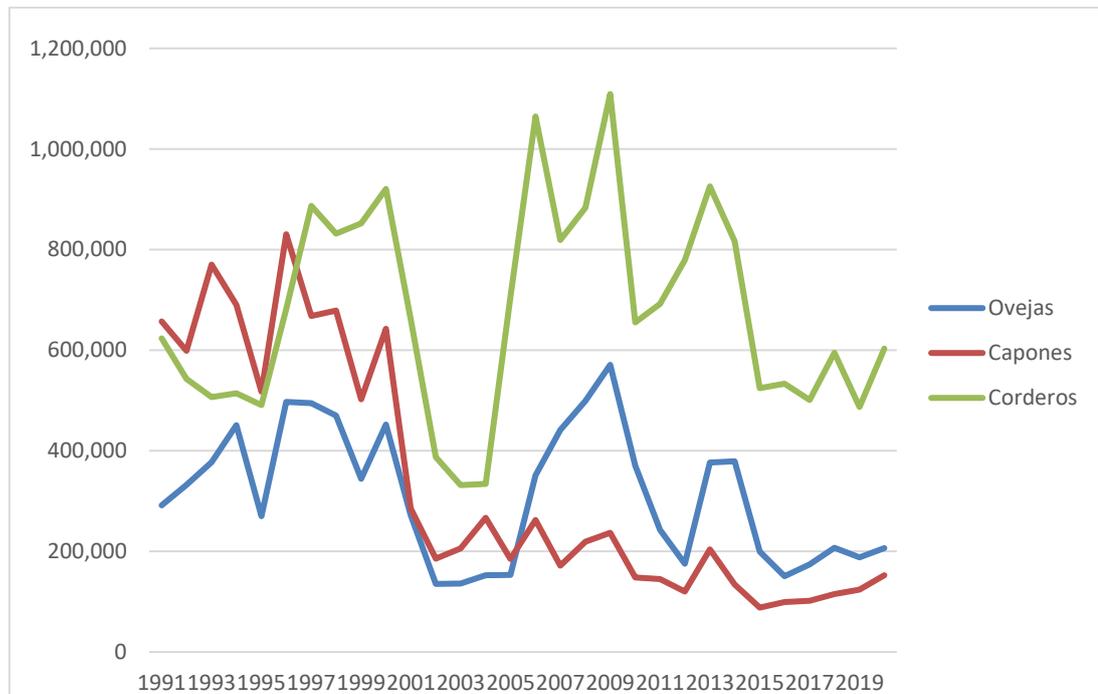
Como se observa en la figura 1, en los últimos nueve años, las ovejas representaron el 58 %, en promedio, con poca variación entre años, mientras que los capones, en promedio, fueron el 7 % en esta fase, representando en los dos últimos años de la serie analizada (2018 y 2019) el 5 % de la majada. El sistema de producción del país

se ha vuelto más carnívoros y el uso de razas terminales tiene una mayor relevancia que en décadas pasadas. Según SUL (2023), el rubro ovino ha disminuido en número de cabezas, pero se ha acercado más, en algunos casos, a la producción más intensiva, aunque las condiciones de extensividad subsisten en gran parte del país. No debemos olvidar que la producción de la fibra lana es mucho menos demandante de nutrientes que la de carne; por ello, los sistemas laneros extensivos son exitosos. Hoy la carne pasó a tener un rol relevante y la adjudicación de recursos nutritivos necesariamente debe cambiar para satisfacer los procesos de reproducción, de crecimiento y de engorde.

La producción ovina es una actividad trascendente para la economía del Uruguay, al influjo de la cual se ha desarrollado una importante industria textil exportadora. La tecnología disponible, sintetizada por el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) en sistemas mixtos (ovinos y vacunos), permite aumentar la productividad tanto de carne como de lana, con respuestas proporcionalmente mayores en la producción de carne ovina de mayor valor (cordero) que en la lana. A partir de la pérdida de protagonismo de la lana, comenzó un período en el que la producción de carne fue mirada con otros ojos. Es así como, una vez puesta en marcha por organismos como el SUL la alternativa de la producción de carne de calidad mediante la creación de una novedosa alternativa como la del llamado *cordero pesado tipo SUL*, muchos productores encontraron en dicha propuesta un argumento de peso para no abandonar definitivamente la crianza ovina (SUL, 2023). El enfoque del SUL en relación con el desarrollo de un programa de integración entre productores e industria (*cordero SUL*) tuvo como sustento la investigación que la institución ha realizado para producir carne ovina de calidad (SUL, 2003).

Figura 1

Serie anual de faena en número de animales por categoría en el período 1991-2019 (INAC, 2023).



Si analizamos la faena de corderos y la proporción con respecto al total de ovinos faenados por año (figura 2), se observa un incremento a partir de la creación del cordero pesado SUL en el año 1996. A partir de la fecha, el Uruguay ha orientado la producción ovina hacia una especialización en la producción de carne ovina de calidad asociada a la edad de faena en sistemas donde los recursos naturales lo permiten. La misma tendencia se puede observar en la figura 3, que presenta el análisis del peso de canal promedio de corderos faenados por año. El Uruguay produjo canales más jóvenes y pesadas a partir del año 1996.

Figura 2

Serie anual de faena en número de corderos y proporción de corderos sobre la faena total en el período 1991-2023 (INAC, 2023).

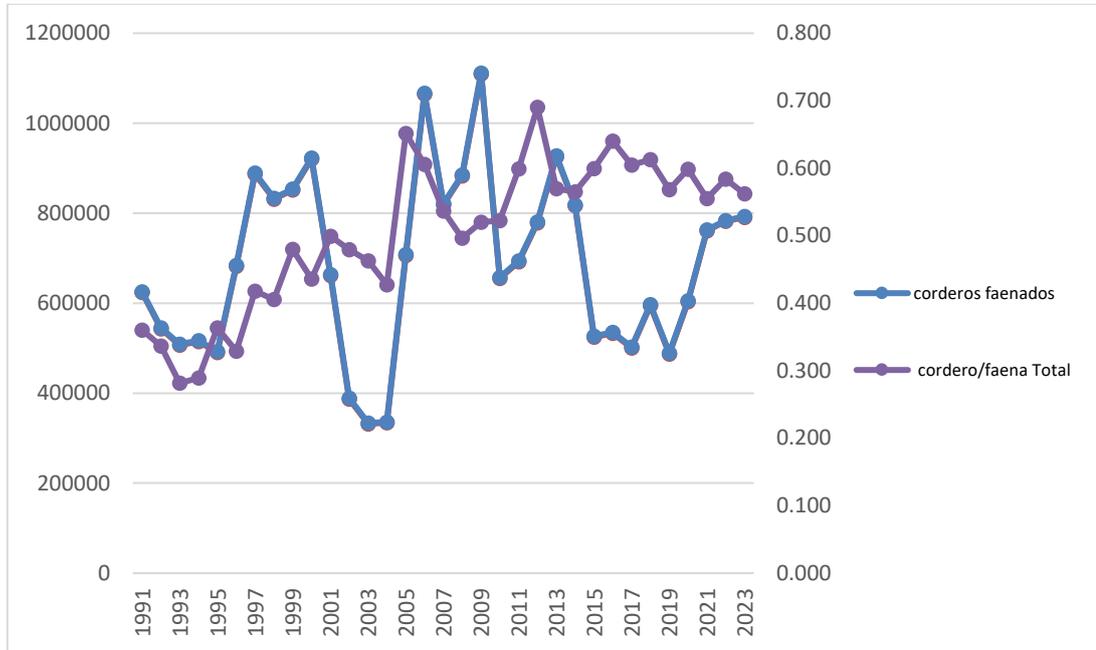
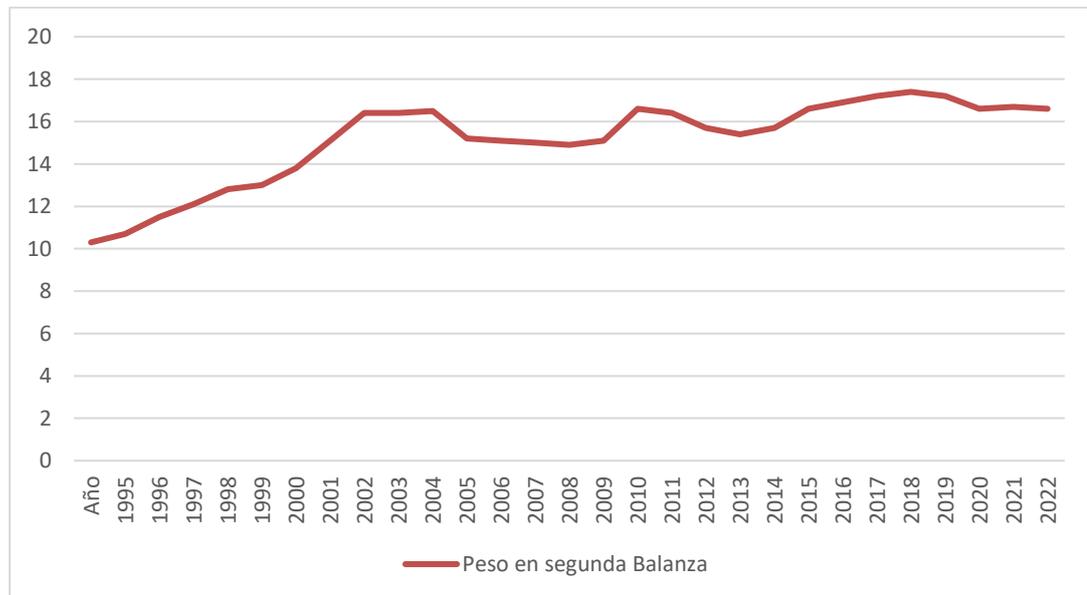


Figura 3

Serie anual de pesos de canales a faena en kilogramos (kg) para la categoría de corderos en el período 1995-2023 (INAC, 2023).



Del mismo modo, en Australia la industria ovejera ha cambiado de forma sustancial desde principios de la década de 1990, principalmente como resultado de las tendencias del mercado, pero también debido al impacto de la evolución de la productividad. La lana se ha enfrentado a una fuerte competencia de las fibras sintéticas y el algodón y, si bien los precios han fluctuado de un año a otro, la tendencia a largo plazo ha sido a la baja. Los precios de la carne ovina, por otro lado, han aumentado drásticamente en los mercados nacionales y de exportación (Swan et al., 2007).

Cuando logramos obtener una señalada por encima del 90 % en una majada de raza maternal, es de alto impacto cruzar parte de esta majada con carneros de razas terminales logrando superar el 50 % de corderos cruza carnicera (Coronel, 2012). De esta manera, utilizaremos la heterosis individual, complementariedad y las diferencias raciales para el beneficio inmediato de producción de carne de calidad, de forma que disminuya el tiempo de engorde o aumente el peso de faena, dadas las mejores ganancias diarias producto de la cruce (Dickerson, 1973). Las razas

terminales se destacan por la velocidad de crecimiento de sus corderos y por las deseables características de la canal que confieren a estos. Salvo alguna excepción, no se utilizan comercialmente en raza pura, sino en cruzamiento con razas maternas. Los corderos resultantes de la cruce van todos a faena, no se retienen las hembras como reposición, de ahí la denominación de *raza terminal* (Dickerson, 1973).

Para aumentar la producción de carne del sistema por medio del cruzamiento terminal no solo es importante elegir la raza paterna: genera mayor impacto también elegir aquel padre que aporte mayor mérito genético en pro de esta mejora. En este sentido, el programa de evaluación genética ovina Uruguay llevado a cabo por INIA-SUL-ARU ha intentado mejorar la selección de los animales utilizando datos objetivos desde mediados de la década del 90, e incorporo razas terminales como Texel desde el año 2008, Hampshire Down y Pol Dorset desde el 2011 e Ile de France desde 2021. Ante esto, Uruguay, que ya cuenta con programas consolidados de mejoramiento genético (Ciappesoni et al., 2014), enfrenta la dificultad de hacer que el sistema se mantenga vigente y presente alto grado de adopción. En la actualidad las evaluaciones genéticas ovinas en Uruguay alcanzan un 38 % para todas las razas y un 23 % para la raza Texel (medido como criterio de compra de carneros) (Gimeno y Ciappesoni, 2018).

Desde los comienzos de la evaluación genética de ovinos en las razas terminales se ha visto una notoria mejora en los indicadores productivos de producción de carne, lo que se ve reflejado en las tendencias genéticas que muestran un aumento en el peso al destete, peso final, área de ojo de bife y espesor de grasa (www.geneticaovina.com.uy).

En el desarrollo de un plan de mejoramiento genético es necesario, en primera instancia, definir el rol de la raza en los sistemas de producción. Como se mencionó, las razas carniceras o terminales en nuestro país tienen un rol en los sistemas comerciales de cruce terminal. Posteriormente, hay que definir cuáles caracteres queremos mejorar para incrementar el beneficio económico de los productores comerciales. A estos caracteres, en el objetivo de selección, los podemos definir con

base en caracteres presentes en el sistema de pago actual o futuro (Ponzoni y Newman, 1989; Simm y Dingwall, 1989).

Para que la mejora genética se vea reflejada en la producción, no solo es importante que exista un programa de evaluación genética ovina Uruguay, sino que este tenga un alto grado de adopción en los cabañeros y en los productores comerciales. Esto se logra cuando los compradores utilizan los datos objetivos para decidir la compra de los animales y adquieren animales genéticamente superiores.

En este trabajo de investigación se apunta a definir objetivos de selección de razas terminales para sistemas de producción de nuestro país y calcular los valores económicos (VE) de las características relevantes en cada sistema, se busca generar un mayor impacto económico de los sistemas que utilizan el cruzamiento terminal en ovinos por medio de la mejora genética de las razas que participan de la evaluación genética.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Sistemas de producción

Desde mediados del siglo XX, las majadas de nuestro país están compuestas predominantemente por razas de doble propósito tales como Corriedale, Merino Australiano e Ideal, determinando así un sistema de producción ovina en el cual su principal componente económico proviene de los ingresos por venta de lana (Salgado, 2003). Desde la década del 90, a partir de la crisis lanera mundial, los productores han intentado mejorar sus ingresos aumentando la producción de carne (SUL, 2013). En sistemas intensivos y semiintensivos, desde hace algunos años, la venta de corderos se ha transformado en la principal fuente de ingresos (Ganzabal et al., 2012). Los sistemas que predominan utilizan razas maternas y cruzamientos con razas carniceras como terminales. Según Ciappesoni et al. (2014), en sistemas ovejeros uruguayos destinados a la producción de carne, sería más beneficioso mantener el sistema de cruzamiento terminal con razas terminales. Debido a esto, el uso de razas terminales para aumentar la producción y la calidad de la carne es una alternativa tecnológica que podría mejorar la eficiencia de los sistemas ovinos uruguayos (Montossi et al., 2013). Según Ponzoni (2016), a diferencia de la mejora por selección, la mejora por cruzamientos terminales no es permanente, hay que recrearla cada generación. Los cruzamientos organizados son una práctica que libera un potencial de mejora en el recurso genético usado en el sistema de producción. El potencial está ya latente en las razas puras, pero no se expresa hasta que las razas en cuestión se cruzan entre sí. Con cruzamientos, el nivel de productividad aumenta respecto de la utilización de las mismas razas, de los mismos recursos genéticos, en forma pura. Puesto de otro modo, toda vez que sea razonable cruzar y no se haga, se estará desperdiciando un potencial de mejora por la vía genética.

2.2. Sistemas de pagos

El sistema de pagos influye en las decisiones de selección de los productores. De esta forma, la industria o los organismos reguladores de cada país pueden estimular la

producción de canales más pesadas y de mayor calidad de canal y carne mediante la implementación de precios diferenciales para canales superiores. Por el contrario la falta de incentivos por parte de la industria desestimula la selección por este tipo de característica, teniendo en cuenta que la principal variable que afecta los ingresos del productor es el peso de canal, que sería el peso luego del sacrificio. A continuación, se describen los sistemas de pago en los principales países exportadores de carne ovina que se complementan con el peso descrito anteriormente. Estas clasificaciones generalmente actúan como premio o castigo sobre un precio base preestablecido.

2.2.1. Sistema de clasificación europeo

La calificación actual en Europa, incluyendo Reino Unido, por la cual se definen los pagos es la clasificación EUROP para conformación (figura 4) y la evaluación numérica (1-5) de terminación (gordura). Se consideran descripciones claras de las especificaciones de la canal en la cadena de comercialización y se describen las canales por i) peso de la canal limpia en frío, ii) especificación de la carne usada, iii) categoría: cordero de temporada nuevo y viejo, oveja adulta, ganado menor/mayor de treinta meses, sexo y cordero entero o castrado y iv) conformación y gordura. El esquema sirve como base para un lenguaje común para especificaciones y seguimiento y está diseñado para describir las principales características de la canal sin atribuir ningún juicio cualitativo (Yeomans, 2007).

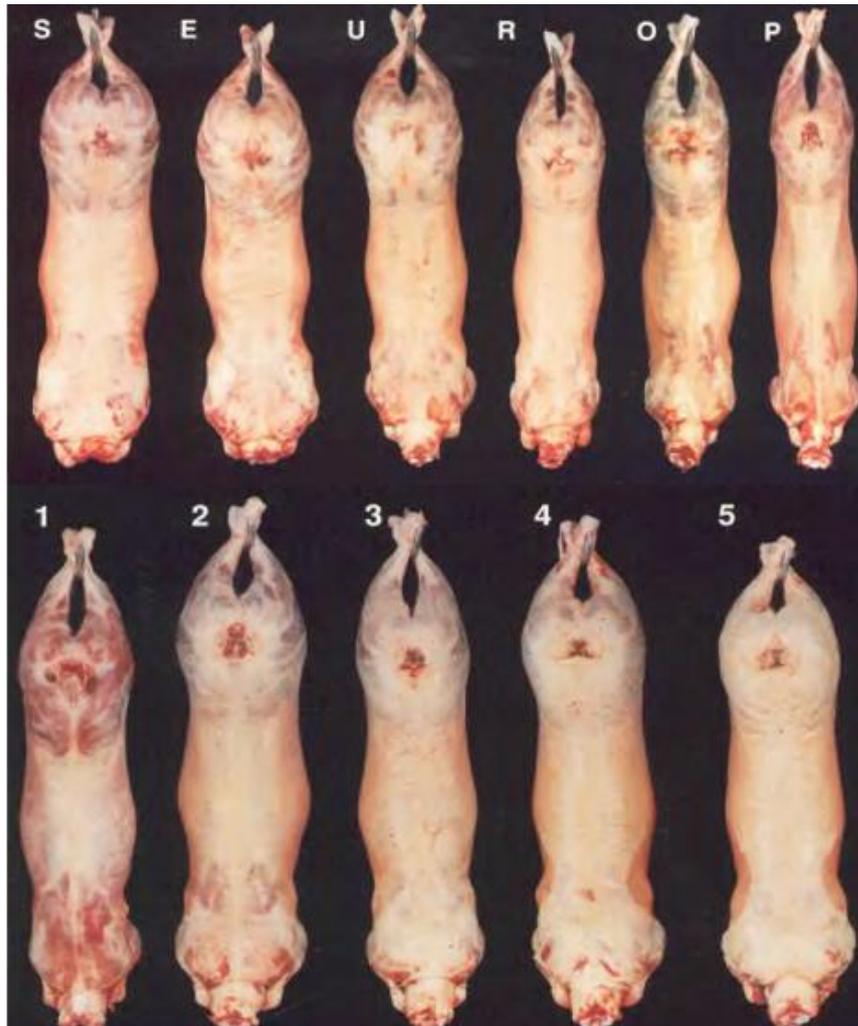


Figura 4: Sistema de clasificación EUROP. E, U; R, O, P indica grados ascendentes en conformación animal, S es añadida para canales extremas de Europa occidental. 1, 2, 3, 4, 5, indica niveles ascendentes de cobertura de grasa.

2.2.2. Sistema de clasificación australiano

En Australia se ha desarrollado un sistema de gestión de calidad denominado *Norma de Carne Australia* (MSA) que se utiliza entre otros sistemas vigentes actualmente en el mismo país. Este sistema establece puntos críticos de control (PCC) en aspectos de producción, prefaena, faena y cadena de suministro que impactan en el consumidor final. Aplica una escala de palatabilidad utilizada por un panel de consumidores entrenados. La escala MSA permite que los productores dimensionen los resultados de

la mejora en calidad de sus productos mediante un sistema de pagos diferencial. Se utilizan cuatro puntuaciones sensoriales (terneza, jugosidad, gusto por el sabor y gusto en general), lo que determina la escala predictiva denominada *MQ4*; a igual peso, distintas puntuaciones desprenden distintos valores. Este sistema contempla los aspectos de calidad de canal y carne (Bonny et al., 2018).

2.2.3. Sistema de clasificación neozelandés

En Nueva Zelanda, la clasificación que determina el precio de venta fue desarrollada por la Junta de la Carne de Nueva Zelanda en consulta con la Asociación de la Industria Cárnica. La carne de exportación se vende por peso de canal frío, al que, para facilitar la comprensión, se le llama *peso de exportación*. Los animales (corderos de hasta 12 meses) se clasifican por clases de grasa y clases de peso, siendo A, Y y P las clases de grasa, midiendo el espesor de la grasa subcutánea en milímetros en la decimosegunda costilla y a 11 cm de la línea media (GR) en la canal tras la faena; luego se encuentran las clases A, L, M, X y H, que se clasifican según peso de la canal. Desde 1992, se incluyó una clase de muscularidad que busca no castigar demasiado las canales con niveles de grasa menores a los 6 mm de espesor que presentan piernas redondeadas y buena profundidad de músculo; estas se clasifican con la letra E (por ejemplo, YME, donde Y es el valor de GR por debajo de 6 mm, M es el peso de canal entre 13 y 16 kg y E es la consideración de muscularidad) (New Zealand Meat, 2004).

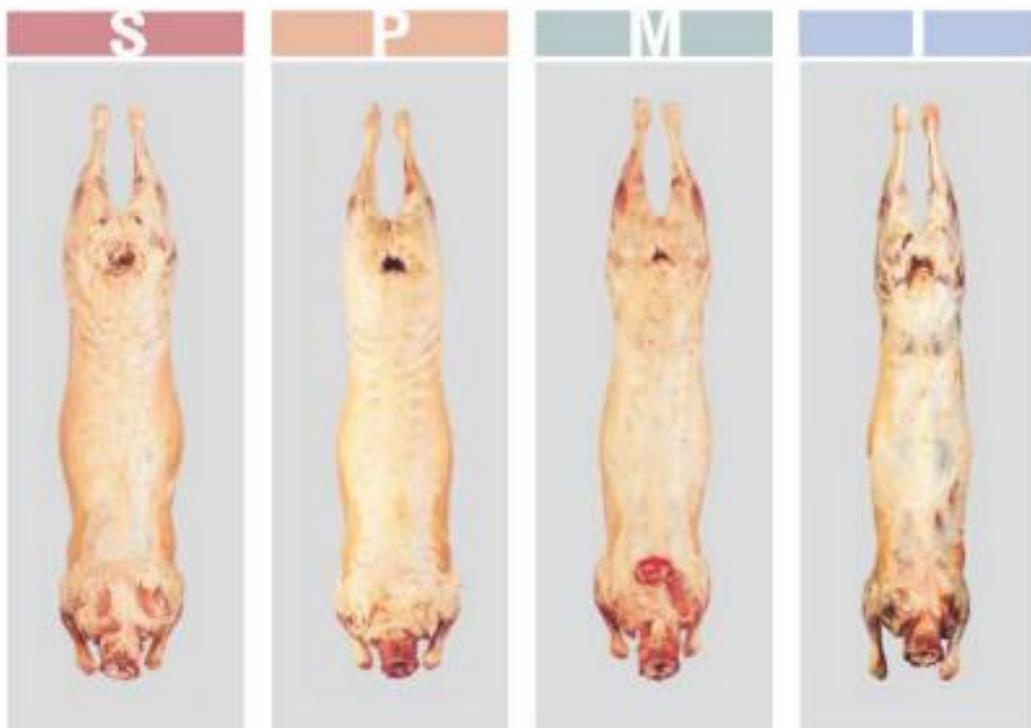
2.2.4. Sistema de clasificación uruguayo

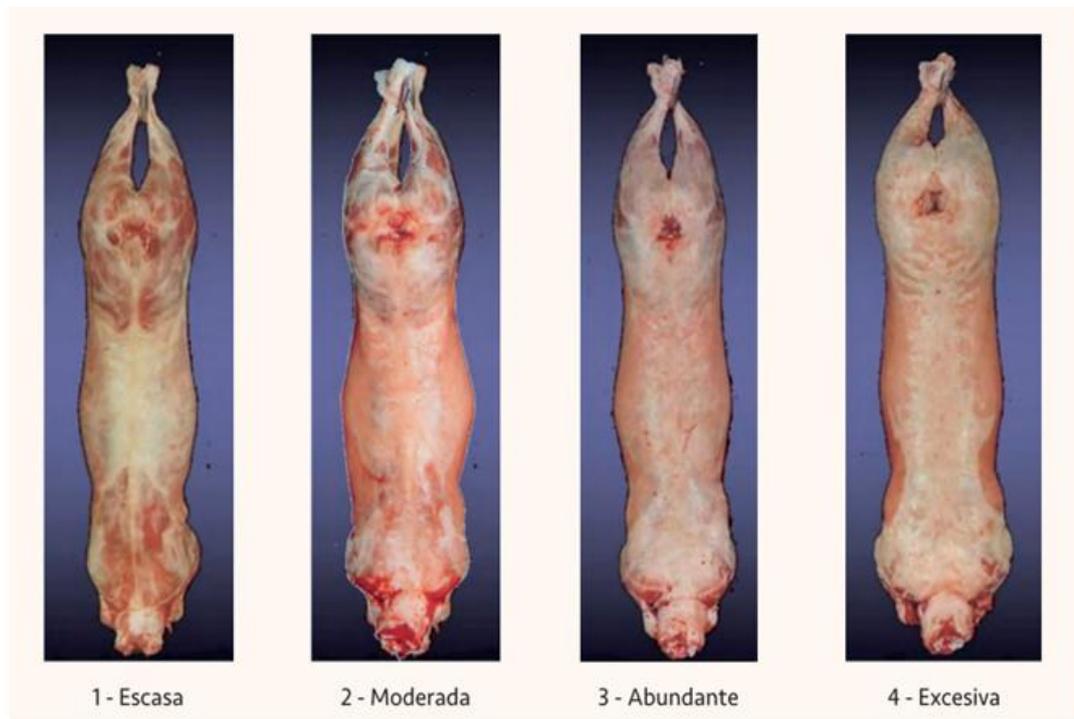
En nuestro país, INAC, en el año 2004, creó un *Manual de carnes bovina y ovina* que permite clasificar y tipificar las canales (INAC, 2015). El objetivo de la clasificación de las canales es ordenarlas de acuerdo con su edad y sexo, y la tipificación las categoriza de acuerdo con la conformación y terminación. Este tipo de evaluación se realiza al final de la faena, a modo de control de calidad, con el objetivo de brindarle al productor herramientas para generar productos acordes a las demandas de los mercados (INAC, 2015). Según el *Manual de carnes bovina y ovina* (INAC, 2015), se clasifica a los ovinos de acuerdo a su edad: corderos (dientes de leche), borrego (dos

a cuatro incisivos permanentes) y adultos (seis a ocho incisivos permanentes). La tipificación de las canales se realiza en forma subjetiva con base en cuatro grados de conformación, en donde se ordenan las canales según la siguiente escala: S (superior), P (primera), M (media) e I (insuficiente) (figura 5). A su vez, existe un diferencial de precio en corderos que no cumplen con los requisitos de cordero pesado SUL. Se entiende por *cordero pesado tipo SUL* animales menores de 13 meses de edad a la faena, con dientes de leche, peso al embarque entre 34 kg y 45 kg que equivalen a carcasas de entre 15 kg y 20 kg que tienen mayor rendimiento en la faena (Salgado, 2003) y con una condición corporal mínima de 3,5, en referencia a la escala de condición corporal de 0 a 5 descrita por Jeffries (1961). El largo de mecha de la lana debe ser entre 10 mm y 30 mm. En el caso de los machos enteros, no deben superar los 7 meses de vida y, en el caso de las hembras, deben estar vacías (no gestantes).

Figura 5

Tipificación de canales. Conformación S- superior, P-primera, M-media I- insuficiente, terminación 1, 2, 3, 4.





Nota. Fuente: *Manual de carnes bovina y ovina* (INAC, 2015).

2.3. Objetivo de selección

La definición de objetivos de selección es una importante etapa en el diseño de programas de mejora genética animal. En el desarrollo de los objetivos se tienen que considerar varias etapas (Ponzoni y Newman, 1989).

1. Definir el sistema de producción y comercialización considerando el rol de la raza en los sistemas.
2. Identificar las fuentes de ingreso y costos.
3. Determinar los caracteres que afectan los ingresos y costos.

4. Calcular los valores económicos de los caracteres de importancia económica.

Un objetivo de selección claro y bien definido es fundamental para permitir la mejora genética simultánea en una selección de caracteres (Dekkers y Gibson, 1998). El objetivo de la cría suele ser aumentar el beneficio de la empresa, industria o sociedad que invierte en un programa de mejoramiento. Cardellino y Ponzoni (1985) afirman que el objetivo corresponde aquellas características que se desean mejorar genéticamente porque tienen influencia sobre los ingresos y los costos del productor. Sin embargo, puede haber características de interés que no son igualmente valorizadas en el resto del mundo o se estima que van a agregar valor, en cuyos casos se justifica crear un valor económico de referencia. Cardellino y Ponzoni (1985), para el desarrollo de índices de selección en razas laneras y doble propósito, crearon un valor de la lana que pagaba con base en la finura de la fibra de lana (medida en micras) entendiendo que en el futuro se valorizaría de esta manera.

Hazel (1943) define el valor de cría agregado como la suma de todos los caracteres que afectan el beneficio económico multiplicada por sus valores económicos. Entonces, podemos seleccionar los animales con los mejores genotipos agregados estimados mediante índices de selección y obtener progreso genético en el beneficio económico. El genotipo agregado de un animal (objetivo de selección: H) puede escribirse como:

$$H = ve_1VC_1 + ve_2VC_2 + \dots + ve_iVC_i$$

ve_i = valor económico para el carácter i.

VC_i = valor de cría para el carácter i.

Los animales tienen un valor de cría para un carácter en particular y podemos seleccionar los animales con los mejores valores de cría para usar como padres y obtener progreso genético en ese carácter. Sin embargo, en un sistema de producción influyen varios caracteres en la determinación de los ingresos y costos, con diferente importancia económica.

Los valores aditivos de los genes no son observables y los predecimos mediante los fenotipos o genómica. Lo mismo ocurre con los valores de cría de los caracteres en el genotipo agregado que se busca mejorar y es posible que alguno no sea medido de forma directa, sino en la mejora por caracteres correlacionados genéticamente; la predicción del genotipo agregado será mediante un índice de selección.

La definición del objetivo de selección direcciona la mejora genética en términos económicos de la empresa, para definir los caracteres de importancia económica que influyen en los ingresos y los costos en un sistema de producción independientemente que los podamos medir. Para que un índice de selección sea exitoso, debe de tener bien definidos los objetivos de selección y una alta correlación genética entre ambos (Ponzoni, 1982).

El primer paso en el diseño de un programa de cría es decidir sus objetivos. Según Goddard (1997), la principal causa de ineficiencia en los programas de mejoramiento han sido los objetivos inapropiados, lo que provocó que se aplicara demasiada presión de selección a los rasgos incorrectos (por ejemplo, énfasis excesivo en los rasgos de conformación en comparación con la producción, la longevidad, la salud y la fertilidad en ganado lechero).

Previo a la definición de objetivos, se debe de establecer un sistema productivo sobre el cual debemos apuntar, utilizando la descripción del ambiente, la gestión productiva y los factores económicos para desarrollar el modelo que determine el índice bioeconómico por utilizar (Krupová et al., 2008). Para definir correctamente los objetivos de selección, es necesario identificar los caracteres que afectan las fuentes de ingresos y egresos del productor, el valor económico de estos caracteres y las covarianzas genéticas y fenotípicas de cada carácter en el objetivo con los caracteres medidos (Atkins, 1987). Una vez definidos los objetivos del mejoramiento, se deben de establecer los criterios de selección de los animales (Cardellino y Ponzoni, 1985).

Los caracteres para mejorar en las razas terminales serán aquellos vinculados a su rol en el cruzamiento terminal en atributos asociados a la sobrevivencia del cordero, la

fase de crecimiento y el producto vendido. El mejoramiento genético de estos contribuirá al beneficio económico de la empresa.

2.3.1. Objetivos de selección en Australia

Stafford y Walkley (1974) definieron los objetivos de selección en Australia sobre los sistemas de producción de carne de cordero donde predominan tres razas y sus cruzamientos que determinan la producción de corderos con cruzamiento terminal de hembras híbridas compradas. Las razas maternas Merino y Border Leicester enfocaron sus objetivos relacionados con la producción de carne en mayor producción de corderos y sobrevivencia. En cambio, para la raza terminal poll Dorset, los objetivos identificados como potenciales caracteres fueron peso de canal, conformación y terminación. Estos autores, con base en la literatura consultada, concluyeron que, para el rango de pesos de canales comercializadas, había poca diferencia de precio por terminación de la canal y no había evidencias en pago diferencial por conformación. En cambio, corderos más pesados valían más; en el objetivo del cordero terminal se incluyó solamente el peso de faena.

Stafford y Walkley (1979) expresaron los valores económicos en el beneficio de los corderos producidos en la vida de una oveja servida. Se asumieron 4,78 corderos por oveja y un cordero vendido. El precio del kilo vivo, 0,48 dólares australianos y 2,29 el valor económico del peso a la faena en dólares en la vida de una oveja servida. De esta manera, la mejora de cada raza pura buscó contribuir a un incremento en el ingreso de los productores por carne ovina dentro de un sistema de cruzamientos.

2.3.2. Objetivos de selección en Nueva Zelanda

Del mismo modo, Amer (2000) determinó los objetivos de selección para razas laneras, maternas y terminales en los sistemas ovinos de Nueva Zelanda. Para los sistemas terminales, los caracteres en el objetivo fueron, en los sistemas de pago actual: peso de canal y peso al destete directo; para sistemas de pagos avanzados: carne magra, grasa y sobrevivencia del cordero al nacimiento.

Para cada objetivo se tuvieron en cuenta los aumentos en los costos por mejorar el objetivo. Por ejemplo, si existe una mejora en el objetivo de crecimiento de los corderos, eso va a determinar un aumento en los costos de alimentación.

Amer (2000) calcula la ponderación económica como la multiplicación del valor económico y el factor industrial de cada carácter. Este último pondera los diferentes canales de comercialización del cordero, es la proporción de los corderos comercializados en diferentes mercados. El 30 % de los corderos son vendidos para engorde; en este caso, el peso al destete directo es relevante. Otro 30 % es vendido en un sistema donde se beneficia económicamente la calidad de canal mediante la valoración de la carne magra y la penalización de la grasa. El restante 40 % se comercializa con base en el peso de canal.

Byrne et al. (2011) incorporan nuevos caracteres y metodología. Usan modelos bioeconómicos carácter por carácter para calcular los valores económicos. Sustituyen los caracteres de calidad de canal del 2000 por el peso de la pierna, paleta y espinazo y se valorizan según una tabla de premios usada por la industria para incrementar los rendimientos de estos cortes por kilo de canal.

Esta forma de cálculo permite incorporar diferentes sistemas de pago que involucran distintos caracteres en un mismo objetivo y, en consecuencia, construir un único índice de selección. En el futuro, a medida que los escenarios cambien, se pueden diferenciar las ponderaciones modificando el énfasis de los caracteres en la selección.

Para determinar el peso económico de la venta de corderos, se tuvo en cuenta que en Nueva Zelanda existen destinos que valorizan el peso de la canal sin considerar carne magra y terminación, otros valorizan el peso de la canal y la carne magra y penalizan terminación y, por último, hay un destino que paga por peso de canal y terminación y penaliza la proporción de carne magra. De esta forma, se generó un objetivo de selección que contempla todos los escenarios posibles a los que se enfrenta el productor a la hora de comercializar sus corderos.

2.3.3. Objetivos de selección en Irlanda

En el caso de Irlanda, Santos et al. (2015) compara los mismos objetivos de selección que se utilizan en Nueva Zelanda descritos en el párrafo anterior para razas terminales y observa un mayor énfasis para caracteres de crecimiento (peso al destete, peso de canal) y sobrevivencia que para los objetivos de carne (rendimiento de carne magra) en Irlanda. En ambos países, los objetivos de crecimiento en razas terminales están enfocados en buscar un mayor peso al destete, un crecimiento más rápido y un mayor peso final. Sin embargo, existe un mayor énfasis económico al peso final en Nueva Zelanda con 11,4 % para el índice irlandés y de 44,8 % para el neozelandés y un mayor peso económico del crecimiento más rápido en Irlanda, siendo del 87,3 % en el índice irlandés versus 55,1 % en el índice neozelandés, lo que hace que en Nueva Zelanda la mejora genética sea mayor en peso final en relación con el resto de las características y los días a faena sean los que tienen una mayor mejora genética en Irlanda.

2.3.4. Objetivos de selección contemplando el consumo

Uno de los principales costos asociados a los sistemas de producción que pueden ser incorporados en los objetivos de selección es el consumo de alimento. El consumo a pastoreo sigue siendo difícil de medir con exactitud aceptable (Gimeno et al., 2021). En la actualidad, es posible estimar el consumo directamente con sistemas de comederos automatizados individuales y plataformas de pesaje automático, los cuales están equipados con un lector de etiquetas electrónico y báscula de precisión y conectados a una computadora central (Amarilho et al., 2022). En consecuencia, existen trabajos de estimaciones de parámetros genéticos de consumo y correlaciones con otros caracteres (Marques et al., 2022; Navajas et al., 2022) que permiten la construcción de índices de selección. Si bien la medición de consumo tiene un costo elevado en ovinos en relación con sus valores de venta y es difícil escalarlo para masificar la medición fenotípica, concentrando su medición en núcleos emparentados con las cabañas comerciales sumando a la genómica se podría obtener un valor de cría y selección por ello.

James (1982) enfatizó el considerar al consumo como un carácter en el objetivo en lugar de reducir el ingreso de una característica como peso de canal por el incremento del consumo. Esta última es la usada en Nueva Zelanda (Byre et al., 2012).

Ponzoni (1991) calcula el valor económico del kilo de materia seca para incluir al consumo en el objetivo de selección en merino, tomando el interés anual del valor de la hectárea y los costos anuales de mantenimiento de la pastura sobre la producción promedio de materia seca por hectárea. Los parámetros usados en esa época para consumo fueron parecidos a los de peso por considerar un elección razonable.

Posteriormente, Ponzoni y Newman (1989), en lugar de basarse en la producción de materia seca, se basan en la estimación de consumo de materia seca anual de una vaca y el costo del pastoreo anual, con un valor de 0,03 dólares australianos. Este valor lo usan para todas las categorías.

Pravia (2009), en vacunos, consideró el costo energético de mantenimiento, gestación y lactancia para las categorías de vaquillonas y vacas. Se asumió un costo de materia seca según la fuente de pastura (campo natural, pradera, mejoramiento). En el caso de los terneros, se asumió lactantes en todo el período.

En el caso de los sistemas terminales, si trabajamos únicamente sobre la raza terminal, la selección direccionada al consumo impacta solo en la descendencia del carnero terminal que tiene destino de faena en su totalidad (Amarilho et al., 2022).

La segunda propuesta requiere del cálculo del valor económico y de los parámetros genéticos entre consumo y los criterios de selección, para la construcción del índice de selección. En la actualidad existen diversas estimaciones de parámetros genéticos para consumo, como también covarianzas con otros caracteres de interés debido al avance tecnológico de medir automáticamente el consumo en animales semiestabulados (Conington et al., 2022; De Barbieri et al., 2023; Jonker et al., 2018; Marques et al., 2022); sin embargo, como criterio tiene la limitante de la medición masiva.

Para definir el sistema de producción, es importante considerar el impacto de la raza terminal en el sistema de producción. Estudios como el de Warn et al. (2006) muestran que tanto los criadores de carneros de razas laneras como los de terminales deben considerar sus objetivos de cría en relación con el tipo de empresa comercial a la que se dirigen y es muy probable que, en el futuro, esto implique el cruzamiento. Van der Werf (2006) investigó cómo deberían desarrollarse las razas ovinas australianas relacionadas entre sí dentro de los sistemas. Para una variedad de proporciones de precios de lana y carne, un modelo de simulación mostró que el desarrollo de un sistema de cruzamiento utilizando razas especializadas era superior al desarrollo de una única raza de doble propósito. Esto se debe a que el sistema de cruzamiento da como resultado heterosis que aporta un mayor de lucro al negocio, ya que el rebaño de ovejas reproductoras que produce un volumen de lana de alto valor y la progenie del cruzamiento terminal brinda altos rendimientos de la carne.

2.3.5. Determinación de los valores económicos (VE)

Los valores económicos (VE) son derivadas parciales de la función de beneficio económico de cada carácter del objetivo, con el propósito de definir mejor un objetivo de selección. Esto determina que las ponderaciones económicas son independientes de la base de evaluación (Hazel et al., 1994).

Históricamente, el estudio de objetivos se ha basado en la especificación de una función de beneficio económico relativamente sencilla de un sistema de producción y comercialización (beneficio = ingresos-costos). Los VE de cada uno de los caracteres definidos que afectan esta ecuación se calculan mediante la derivada parcial de la función de beneficio en relación con el carácter de interés (Amer, 1999; Gizaw et al., 2010; Krupová et al., 2008). Esta función cuantifica el incremento marginal del beneficio debido al incremento en una unidad del carácter y deja a los otros caracteres constantes (Hazel et al., 1994).

Si la modelación del sistema de producción se hace compleja, el beneficio económico no se puede representar mediante una función sencilla para hallar matemáticamente las derivadas parciales. Los VE se calculan mediante el uso de un

modelo bioeconómico, luego se recalcula el beneficio incrementando en una unidad del carácter de interés (por ejemplo, un kilo de canal) y manteniendo los demás caracteres constantes. El *VE* del carácter será la diferencia de estos beneficios.

Por lo tanto, la función sencilla del rasgo *i* se puede derivar generalmente en los siguientes pasos (Dekkers et al., 2004):

1. Ejecutar el modelo para las medias de la población actual y para todos los caracteres, incluida la media actual para el carácter *i*, μ_i , y registrar la ganancia promedio por animal: $P\mu_i$
2. Incrementar la media de la característica *i* en Δ ($\mu_i + \Delta_i$), manteniendo los promedios de otros caracteres en sus valores actuales; ejecutar el modelo nuevamente y registrar la nueva ganancia promedio por animal: $P(\mu_i + \Delta_i)$
3. Derivar el peso económico de la característica *i*, ve_i como

$$ve_i = \frac{P(\mu_i + \Delta_i) - P(\mu_i)}{\Delta_i}$$

Es importante no tener conteos de caracteres dobles en el cálculo de los *VE*. Los *VE* se pueden calcular usando una multitud de enfoques, incluido un enfoque caracteres por caracteres usando ecuaciones de ganancias o usando un modelo bioeconómico de rasgos múltiples (Nielsen et al., 2013).

Los modelos bioeconómicos se utilizan comúnmente para calcular los *VE* en los sistemas de producción de leche (Veerkamp et al., 2002), bovinos de carne (Åby et al., 2012) y ovinos (Wolfová et al., 2009). Sin embargo, no se han utilizado en el programa de mejoramiento genético de razas terminales ovinas del Uruguay como sí se ha hecho en razas laneras y doble propósito.

2.3.6. Expresiones descontadas

En la definición de un objetivo de cría de criterios múltiples, algunos criterios se expresan a edades más tempranas o con mayor frecuencia que otros (por ejemplo, peso de vellón de oveja versus caracteres de canal de cordero). Los principios de

flujo genético descontado se utilizan comúnmente para ponderar estos criterios en un índice de selección de lo que lo serían cuando se supone que todos los criterios se expresan el mismo número de veces y en el mismo momento (Mcclintock y Cunningham, 1974).

Una proporción definida de la mejora genética expresada en un individuo también se expresa en los descendientes del individuo. Esta transferencia de la mejora genética (a través del flujo de genes) depende de la contribución esperada de individuos seleccionados a las generaciones siguientes. Este principio de expresiones descontadas (*NED*) se aplica para calcular las ponderaciones económicas (*PE*) (Amer, 1999).

Entonces se define $PE = NED VE$

Podemos reescribir el objetivo de selección como

$$H = pe_1VC_1 + pe_2VC_2 + \dots + pe_mVC_m$$

Los padres terminales contribuirán con su genética a la expresión de diferentes caracteres en sus descendientes que influirán en el beneficio económico de la majada (Amer, 1999; Amer et al., 2001).

El flujo de genes del padre dependerá del carácter analizado, las veces que lo exprese la descendencia (repetible), quiénes lo expresan (ligado al sexo), si la majada produce sus propios reemplazos, cuántos descendientes lo expresan (coeficientes reproductivos, sobrevivencia de la majada) y la edad a la que expresan el carácter. Por lo expuesto, para ponderar los diferentes caracteres, hay que contemplar estas diferencias.

En el caso de los padres terminales, toda la progenie macho y hembra es vendida al momento de la faena.

A continuación, se presentan las expresiones para caracteres expresados a la faena en cruzamiento terminal (adaptado de Amer, 1999 y Amer et al., 2001).

El NED_{TFC} representa las expresiones descontadas de los genes del padre en los corderos a la faena penalizados por el tiempo.

$$NED_{TFC} = \frac{1}{2} s_{nd} s_{df} \left(\frac{1}{(1+r)}\right)^{ra}$$

s_{nd} y s_{df} = coeficiente de sobrevivencia del cordero desde nacimiento-destete (nd) y destete-faena (df).

$\left(\frac{1}{(1+r)}\right)^{ra}$ = tasa de descuentos desde la compra de carnero a la faena de su hijo (ra) a una tasa r

El $\frac{1}{2}$ representa los genes transmitidos por el carnero (de esos sobreviven $s_{nd} \times s_{df}$ a la faena).

Si el interés es expresar el número de expresiones de los corderos a la faena por oveja servida, la expresión será

$$NED_{TFOE} = \frac{1}{2} s_{nd} s_{df} \left(\frac{1}{(1+r)}\right)^{ra} cn_{oe}$$

cn_{oe} es el número de corderos nacidos por oveja servida que se puede expresar ignorando mortandad de ovejas entre el servicio, la parición y los abortos; el coeficiente de parición ($cn_{oe}cn_{oe}$) se puede calcular en función de la fertilidad ($op_{oe}op_{oe}$) y tamaño de camada (cn_{op}):

$$cn_{oe} = op_{oe} \times cn_{op}cn_{oe} = op_{oe} cn_{op}$$

2.4. Criterios de selección

Los criterios de selección son las características medibles que pueden estar dentro del objetivo o representan a los objetivos de selección en un programa de mejoramiento genético, para eso deben estar genéticamente correlacionados con los objetivos y ser heredables, lo que permitirá obtener un progreso genético en el carácter deseado. Las características incluidas en el objetivo del mejoramiento no necesariamente tienen

que ser utilizadas como criterios de selección, ya sea porque no es posible (*e. g.*, características de la canal) o porque no es lo más conveniente (*e. g.*, mediciones de animal adulto) (Cardellino y Ponzoni, 1985). Existen casos en los que los objetivos de selección pueden ser las propias características que queremos mejorar en el producto. Por ejemplo, el peso de vellón al año del animal tiene un claro beneficio económico y es fácil de medir y evaluar genéticamente en ambos sexos. También existen características que estarán correlacionadas con los objetivos, pero no serán estrictamente los objetivos, como, por ejemplo, peso vivo como criterio para mejorar peso de canal. Según Hazel (1943), los criterios de selección se centran en identificar y evaluar características como la tasa de crecimiento, la eficiencia de conversión, la conformación carnífera y la calidad de la carne, entre otros aspectos relevantes para la industria ganadera. La aplicación de los criterios de selección genética por Hazel (1943) implica la evaluación rigurosa de diferentes características fenotípicas, así como el análisis para identificar la heredabilidad de estas características. Entre los criterios más importantes se encuentran la tasa de crecimiento, que se relaciona directamente con la eficiencia de conversión, y la conformación carnífera (Hazel, 1943). Cualquier diferencia ambiental entre individuos o grupos de manejo como una exposición a parásitos afecta tanto la calidad de la carne como la eficiencia de conversión (Hazel, 1943).

Hazel (1943) definió un plan de trabajo para la definición de los criterios de selección. Primero, el propósito de la selección debe de estar relacionado al máximo progreso genético posible hacia un objetivo económico declarado. Segundo, el retorno económico al rodeo y la empresa debe ser de primordial importancia, requiriendo la esperada independencia monetaria por retorno de una unidad de cambio en cada característica (a) donde se buscaba el cambio. Así, ganar el cambio en todas las características individuales incluidas podría resumirse para un genotipo agregado de la siguiente manera: ($AH = \sum_1^n a_i \Delta G_i$), donde a_i es el peso económico de la característica i y G_i es el valor genético de la característica i . Tercero, las relaciones biométricas entre los genotipos y fenotipos deben indicar cantidades relativas de cambio esperado en la selección, es decir, entre los ΔG_i .

La relación biométrica o correlación entre genotipos y fenotipos implica estudiar cómo las variaciones en los genes se traducen en variaciones de las características observables de los animales. Esta relación puede ser influenciada por diversos factores, como la interacción de múltiples genes, el efecto del ambiente y factores epigenéticos Hazel (1943) .

2.5. Índices de selección

Las informaciones con respecto a las diferentes características pueden variar ampliamente, algunos provienen de los parientes de un animal y otros de la propia actuación del animal para las características que se expresan una vez o repetidamente durante su vida (Hazel, 1943).

El valor de cría agregado lo predecimos con base en un índice de selección (Hazel, 1943). Schneeberger et al. (1991) demostraron que el índice se puede desarrollar usando las soluciones de los efectos aleatorios de las ecuaciones de modelos mixtos empleando un modelo multicarácter:

$$I = b_1VCE_1 + b_2VCE_2 + \dots + b_nVCE_n$$

VCE_j = es el valor de cría estimado del carácter j.

Los b son los resultados de las ecuaciones siguientes:

$$\underline{b} = G_{11}^{-1}G_{12} p\mathbf{e}$$

\underline{b} = vector de soluciones de 1 a n .

$p\mathbf{e}$ = vector de 1 x m ponderaciones económicas.

$p\mathbf{e}_j$ = es la ponderación económica del carácter j.

G_{11} = matriz de covarianzas genéticas aditivas de n x n criterios.

G_{11} = matriz de covarianzas genéticas entre los n criterios y los m caracteres en el objetivo.

Si queremos valorar directamente la producción de carne, los VE de la característica rendimiento se calculan para alinearlos con las recompensas de pago por rendimiento de carne vendible (peso de carne magra en cualquier corte) en la canal de cordero pagado a los productores por canal. El pago se basa en la proporción de canales en cualquier grupo de faena que alcanzan un umbral de rendimiento predefinido (peso de la carne magra vendible como proporción del peso de la canal) para cada una de las tres regiones de corte de carne primaria: paleta, pierna y lomo (Jopasen et al., 2009); un sistema de pago utilizado por la industria cárnica. El valor de aumentar el rendimiento de carne asume una distribución normal de los rendimientos de carne. Por lo tanto, en cualquier media dada, se puede determinar la proporción de animales que alcanzan el umbral predefinido. Los pagos de bonificación a los productores por la proporción de canales que alcanzan el umbral se presentan en la industria (Byrne et al., 2012).

Cuando seleccionamos dentro de un plantel, no podemos tener mediciones de faena, ya que estos animales son destinados a la reproducción. Dos caracteres de mediana a alta heredabilidad que nos permiten estimar valores de faena (determinados por peso de canal, conformación y calidad de canal) son área de ojo de bife (AOB) y espesor de grasa (EG) subcutánea medidos por ecografía, los cuales presentan heredabilidades entre 0,35-0,40 (Navajas et al., 2014). Las correlaciones genéticas entre calidad de canal (determinada por el rendimiento y la conformación) y mediciones de ultrasonido AOB y EG son positivas y altas (entre 0,41 y 0,71 con AOB y 0,26 y 0,43 con EG) (Brito et al., 2017). También existe una correlación genotípica positiva y alta (0,92) entre peso vivo a los seis meses y rasgos de peso de la canal caliente (Brito et al., 2017). De esta manera, se puede seleccionar por peso vivo buscando un progreso genético en el peso de la canal caliente. Pickering et al. (2012) también presentaron una estimación de heredabilidad del peso vivo a los seis meses de $0,35 \pm 0,00$ y no encontraron efectos maternos significativos para este rasgo.

Los programas de mejoramiento genético ovino de carne en todo el mundo se han centrado en la selección para un rápido crecimiento y un alto rendimiento magro; sin embargo, existe evidencia de que la selección continua para un mayor rendimiento de

carne magra puede afectar adversamente aspectos de la calidad de la carne ovina medida en paneles de consumidores entrenados (Brown y Swan, 2016; Hopkins et al., 2005; Karamichou et al., 2006; Miar et al., 2014; Oksbjerg et al., 2000; Pannier et al., 2018). Para que la industria ovina siga siendo competitiva a largo plazo, los rasgos de calidad de la carne y la carne ovina deben mejorarse o mantenerse continuamente en niveles óptimos o intermedios, junto con otros rasgos de productividad. Por lo tanto, es importante asegurarse de que la selección para el crecimiento y el nivel de grasa intramuscular también esté acompañada por una mejora o mantenimiento de niveles aceptables en los rasgos de calidad de la carne, que a menudo son difíciles y costosos de medir. Los atributos de calidad física de la carne se componen de rasgos tales como el color de la carne, la ternura, el marmoleado y el pH. Estos rasgos influyen en la experiencia de comer y la aceptación del cordero por parte del consumidor: el incumplimiento de las expectativas del consumidor resultará en el rechazo del producto y la pérdida de acceso al mercado (Brito et al., 2017). En la siguiente tabla (tabla 1) se detalla un relevamiento de los objetivos y los criterios utilizados en distintos programas de mejoramiento genético ovino en el mundo.

Tabla 1 Objetivos, criterios de selección y métodos de medición para distintos programas de mejoramiento genético.

Objetivo	Criterio	Método de medición	País	Autor
Peso de canal	Peso final (180-270 días)	Balanza	Nueva	(Santos et al., 2015a)
	Peso final (180-270 días)		Zelanda	(Santos et al., 2015a)
	Peso final (180 días)		Irlanda	(Bóscollo et al., 2022)
	Peso final (150 días)		Brasil	(Márquez et al., 2012)
	Peso final (154 días)		Reino Unido	(Macfarlane y Simm, 2008)
	Peso final (180-270 días)		Noruega	(Fogarty, 2009)
	Peso final (240 días)		Australia	(Ciappesoni et al., 2014)
Calidad de canal	Profundidad de músculo y espesor de grasa	Ultrasonido y tomografía computada	Noruega	(Macfarlane y Simm, 2008)
	Profundidad de músculo, espesor de grasa y rendimiento carnicero		N. Zelanda	(Macfarlane y Simm, 2008)
	Profundidad de músculo y espesor de grasa	Ultrasonido	Reino Unido	(Macfarlane y Simm, 2008)
	Profundidad de músculo y espesor de grasa		Australia	(Fogarty, 2009)
	Profundidad de músculo y espesor de grasa		Uruguay	(Ciappesoni et al., 2014)
	Área de ojo del músculo y espesor de grasa		Brasil	(Bóscollo et al., 2022)
	Profundidad de músculo y espesor de grasa			
Calidad de carne	Rendimiento del lomo, grasa intramuscular y muscularidad	tomografía computada	Nueva Zelanda	(Santos et al., 2015b)
			Reino Unido	(Teixeira et al., 2019)

3. Hipótesis y Objetivos

3.1. Hipótesis

Es posible identificar características que tengan un impacto económico significativo en sistemas de cruzamientos con razas ovinas terminales.

3.2. Objetivo general

Definir los objetivos de selección de razas terminales para sistemas de producción de nuestro país y desarrollar valores económicos (VE) para razas terminales que permitan direccionar la selección de los animales en aquellos que logren un mayor beneficio económico (cruzamiento terminal).

3.3. Objetivos específicos

1. Definir sistemas de producción representativos de predios enfocados en la producción de carne ovina.
2. Definir objetivos de selección alineados con los sistemas.
3. Calcular los VE mediante un modelo bioeconómico para razas terminales ovinas del Uruguay basándose en los sistemas de producción predominantes.

4. Materiales y métodos

Se definió un sistema de producción con los parámetros productivos para calcular los VE. Y se modelizaron dos sistemas productivos representativos del Uruguay que contemplan la utilización de razas carniceras como terminales. Una vez determinado el sistema de producción, se procedió a cuantificar todos los costos e ingresos que correspondían al análisis económico de este. Para los cálculos de todos los VE, se utilizaron modelos bioecológicos que se describirán a continuación para cada caso y, como base para entradas y salidas, se utilizó el programa Microsoft Excel® en los objetivos peso de canal y calidad de canal, en consumo se utilizó el programa SIPO descrito a continuación. Las tablas de entradas y salidas se presentan en anexos. Se asume que todos los sistemas de cruzamiento terminal venden el 100 % del producto del cruzamiento, tanto machos como hembras.

4.1. Definición de sistemas de producción

Los sistemas se definieron con base en talleres realizados con la Sociedad Criadores de Texel del Uruguay en el año 2016 y la Sociedad de Criadores de Hampshire Down Uruguay en el año 2019 y encuestas con los productores de razas terminales. En los talleres se convocó, a través de las sociedades de criadores, a productores vinculados y a técnicos de INIA, SUL y Universidad de la República. Se dividieron en grupos y se entregaron algunas preguntas orientadoras sobre los sistemas que se visualizaban con razas terminales y las características que se deberían mejorar dentro estas razas para cambiar los sistemas de producción a cada raza; luego se llegó a un consenso entre los grupos. Se tomaron sistemas reales semejantes a los propuestos en los talleres, los objetivos definidos contemplaron las estrategias de mejora que establecieron los productores presentes en los mismos talleres. Se calcularon los VE de los objetivos de selección definidos con un modelo bioeconómico para razas ovinas terminales del Uruguay en cruzamiento terminal para dos sistemas de producción.

Con base en el relevamiento de los talleres realizados con las sociedades de criadores de razas terminales del Uruguay, los sistemas reales que se utilizaron son los siguientes:

i) Un establecimiento ubicado en el sur del departamento de Lavalleja, propiedad de Jorge Barbosa, Santa Magdalena, que cuenta con una superficie de 885 hectáreas (ha) sobre basamento cristalino. Del total, 277 ha son destinadas a la forestación y el resto se utiliza en ganadería mixta de vacunos y ovinos. En el sistema vacuno se realiza ciclo completo con producción de toros, vaquillonas Hereford dentro del plantel. Dentro del rodeo general se producen novillos y vacas gordas para frigorífico. En el sistema ovino se trabaja con la raza merino Dohne como maternal y se cruza con la raza Texel. El 60 % de los corderos son cruce carnívoros y se comercializan con 4 meses de vida y el resto son los puros Merino Dohne que se venden a frigorífico a los 7 meses. Las ovejas se encarnaron el 15 de marzo durante 35 días. En el sistema ganadero se utiliza la forestación y el resto del área que tiene un 52 % mejorada entre mejoramientos extensivos sobre campo natural, praderas y verdes anuales. Los corderos cruce carnívoros están desde el nacimiento a la faena en pasturas sembradas mezcla gramíneas con leguminosas y se venden con 32 kg en promedio. A este sistema lo llamaremos *sistema semiintensivo* (SSI).

ii) Módulo de producción intensiva de carne ovina desarrollado por el SUL en el campo experimental Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal (Ciedag). Consta de 56 ha sobre basamento cristalino donde se desarrolla ganadería con ovinos de forma exclusiva, en régimen de ciclo completo, con venta de corderos precoces en dos momentos de venta. La raza maternal es corriedale pro (raza sintética compuesta por 50 % corriedale, 25 % finnsheep y 25 % frisona milchschaft) y se rotan las razas terminales (Ile de France, Texel, southdown y Hampshire down) en distintos años. El 70 % de los corderos se venden a frigorífico con 4 meses de edad y el resto a los 7 meses. Los corderos que se venden con 4 meses de edad son todos cruce y los que se venden a los 7 meses son puros corriedale pro. La encarnada se realiza de forma escalonada: las ovejas que van con cruzamiento terminal lo realizan a partir del 1 de marzo, y las que van a producir la

reposición, el 1 de abril. El sistema de pastoreo se realiza sobre una base de 87 % de pasturas sembradas y 13 % de campo natural. Los corderos crucea carnicera permanecen desde la salida de las parideras (48 horas posparto) hasta la faena en pasturas sembradas mezcla gramínea con leguminosa. El peso vivo previo a la faena es de 32 kg en promedio. A este sistema lo llamaremos *sistema intensivo* (SI).

A continuación (tabla 2), se presenta un resumen de las principales variables productivas de ambos sistemas.

Tabla 2

Variables productivas para los sistemas semiintensivo e intensivo.

	Sistema semiintensivo	Sistema intensivo
Uso del suelo	%	%
Campo natural	23	13
Campo natural mejorado	28	0
Praderas permanentes y verdes	24	87
Forestación	30	0
Indicadores reproductivos		
Fecundidad	135	167
Señalada	105	131
Carga en unidad ganadera	1,23	1,6
Relación ovino:vacuno	0,8	-

4.1.1. Identificación de fuentes de ingreso y costos de producción: beneficio económico de los sistemas

El modelo de ingresos y costos fue relevado durante el ejercicio 2018-2019 en ambos sistemas (tabla 3). Ambos modelos fueron elaborados sobre datos reales recabados de planillas de registros contables existentes en Santa Magdalena y el Módulo de producción intensiva de carne ovina del SUL (MPICO). Para las ventas se tomaron todos los ingresos por concepto de corderos, lana y ovejas de descarte. En el último ítem, se calculó el valor por oveja de descarte para contabilizar las ovejas de consumo. Para el caso de la alimentación se contabilizaron la suplementación, las pasturas sembradas y las pasturas naturales (tabla 4). Se estima el costo con el valor de la renta en función de la carga animal y se asigna el costo en función de la producción mensual de pasto con datos de mediciones realizadas en cada zona en el marco del proyecto FPTA 316 por Gimeno et al. (2021). De esta forma se contempla un costo mas barato en los meses de mayor producción de pasto.

Tabla 3

Identificación de ingresos y costos de producción en los dos modelos propuestos.

	Sistema semiintensivo	Sistema intensivo
Ingresos totales	USD	USD
Venta corderos/as	27.123	20.978
Venta de lana	13.477	2.223
Venta ovejas descarte	3.850	3.703
Total ingresos	44.450	26.904
Costos totales*		
Esquila	1.808	794
Alimentación	2.860	13.295
Sanidad	1.612	1.190
Total, Costos	26.949	19.843
Beneficio económico total	17.501	7.061
Beneficio/superficie (USD/ha)	128	123,9
Beneficio/oveja encarnerada	37	23,4

Nota. Los costos incluidos son aquellos directos que intervienen en la variable productiva; los costos indirectos (mano de obra, impuestos, rentas) no fueron tenidos en cuenta, ya que no varían con los cambios en los niveles de producción y, por lo tanto, no influyen en los VE.

Tabla 4

Coeficientes y manejo de los sistemas.

	Sistemas semiintensivo	Sistema intensivo	
Servicio	15/3	1/3	
Diagnóstico gestación	13/6	30/5	90 días servicio
Esquila parto	13/7	29/6	30 días parto
Parto	12/8	29/7	
Destete	10/11	27/10	
Faena fecha	25/12	26/11	
Edad	135	120	
Alimentación			
Servicio-diagnóstico	Campo natural	Campo natural	
Diagnóstico-parto	Pradera	Pradera	
Parto- faena	Pradera	Pradera	
Prolificidad	1,25	1,41	
Supervivencia parto-destete	0,8	0,9	
Supervivencia destete-faena	0,97	0,96	

Para características fenotípicas y frecuencias necesarias para determinar precio del cordero en Uruguay (tabla 7), se utilizarán datos generados en la evaluación de

Centro de Conexión Texel (CCT) —en el establecimiento La Aripuca, próximo a la localidad de Tupambaé (Cerro Largo)— desde la generación 2008 al 2015 y en el núcleo informativo de INIA Las Brujas de las generaciones del 2018 al 2022. En ambos núcleos se obtuvieron valores para canales *in vivo* y *post mortem*, siempre sobre base pastoril.

4.1.2. Identificación de características que afectan al sistema

Se identificaron las características (tabla 5) que, al ser afectadas en ambos sistemas, modifican los valores del modelo bioeconómico. De cada sistema se tomarán las variables que afectan directamente a la fase terminal. Es así como, por ejemplo, la venta de lana afecta al sistema, pero no será incluida en los beneficios económicos, al igual que la venta de ovejas de descarte. Los corderos no se esquilan debido a que se embarcan como precoces. De la misma forma serán utilizados los costos que están directamente afectados al sistema de producción en carne ovina y que se pueden ver afectados en un eventual progreso genético.

Tabla 5

Identificación de características que afectan los ingresos y costos.

Relación con beneficio económico	Producto o actividad	Características directas
Ingresos		
Venta corderos/as	Número de animales para la venta	Porcentaje de señalada, sobrevivencia.
	Peso de venta	Peso de canal, peso al destete directo y materno
Costos		
Alimentación	Alimentación	Consumo de materia seca (corderos y ovejas)
Sanidad	Sanidad y manejo	Carga parasitaria (HPG)

4.2. Derivación de los valores económicos

Los objetivos definidos fueron peso de canal, calidad de canal y consumo. Para cada objetivo se realizaron las derivaciones necesarias para calcular los valores económicos (VE). El consumo se manejó de dos maneras: en la primera, mediante el cálculo del VE de peso de canal, se considera el costo del incremento de consumo y en la segunda se considera al consumo como carácter en el objetivo. Lo podemos formalizar en dos objetivos de selección:

$$H_1 = pe_{pc}VC_{pc} + pe_{conf}VC_{conf} + pe_{cg}VC_{cg}$$

$$H_2 = PE_{pc}VC_{pc} + PE_{cons}VC_{cons} + PE_{conf}VC_{conf} + PE_{cg}VC_{cg}$$

Donde pc, conf, cg y cons son los caracteres peso de canal, conformación, cobertura de grasa y consumo, respectivamente.

VC = valor de cría de carácter.

PE = ponderación económica.

A continuación, se presentarán las derivaciones económicas según objetivo predefinido.

4.2.2. Peso de canal a los 120 días

Para calcular el VE de peso de canal se tuvo en cuenta el ingreso sobre un peso de canal determinado.

El pago por peso de canal (PC) se realiza con una tabla (tabla 6) de precios según un rango de pesos que penaliza a las canales más livianas y pesadas.

Tabla 6

Precios de canal por peso.

Kilos de canal (kg)	Precio (USD/kg)
<8	3,0
8,01-13,0	3,2
13,01-20,0	4,0
20,01-24,0	3,2
>24	3,0

Suponemos que el PC se distribuye de forma normal con media μ_{pc} (14,7) y varianza σ_{pc}^2 (2,091).

La tabla de precios está compuesta de cinco clases de pesos de canal con límites superiores 8, 13, 20 y 24 y un vector de precios $vp' = [3,0 \quad 3,2 \quad 4,0 \quad 3,2 \quad 3,0]$.

El promedio ponderado de pesos de canal por clases se calculó con base en Wilton et al. (2013).

$$w = (i\sigma_{pc}\phi(e_1) + \mu_{pc}\Phi(e_1)) + \dots + \sigma_{pc}(\phi(e_{i-1})1\phi(e_i)) + \mu_{pc}(\Phi(e_i) - \Phi(e_{i-1})) + 1(i\sigma_{pc}\phi(e_1) + \mu_{pc}(1 - \Phi(e_1)))$$

Donde $\phi(e_i)$ es la función de densidad normal estandarizada evaluada a $(e_i - \mu_{pc})/\sigma_{pc}$ y $\Phi(e_i)$ es la distribución normal acumulada evaluada a $(e_i - \mu_{pc})/\sigma_{pc}$.

La suma de los elementos de w es igual a la media de peso de canal μ_{pc} (14,7 kg)

La proporción de canales por clase (p) se calcula con la distribución normal acumulada evaluada a $(e_i - \mu_{pc})/\sigma_{pc}$.

$$p = (\Phi(e_1) + \dots + (\Phi(e_i) - \Phi(e_{i-1})) + \dots + (1 - \Phi(e_1)))$$

El precio de canal descontando los costos de comercialización imp (impuesto municipal), comisión e impuesto al valor agregado (IVA) de la comisión y el precio del flete por kilo $pcflete$ nos da vector del precio del kilo neto de canal (vp_{cn}).

$$vpcn = vpc \text{ imp} - pcflete = vpc \ 0.8856 - 0.087$$

El precio neto obtenido por la venta neta de una canal promedio va a ser igual a

$$vpcn = v\tilde{p}' w = [2,57 \quad 2,75 \quad 3,46 \quad 2,75 \quad 2,57] \begin{bmatrix} 0,66 \\ 3,97 \\ 8,43 \\ 1,43 \\ 0,21 \end{bmatrix} = 46,20$$

El precio promedio por canal va a depender de la tabla de precios, del peso promedio y la variabilidad del peso de canal. Estas variables se detallan a continuación en la Tablas 6, 7 y 8.

Si no hubiera diferencias en precios, cada canal valdría 50,86 (3,46 x 14,7) dólares. Serían el resultado de multiplicar el valor promedio de la canal (obtenido de los núcleos de información) y el valor neto del kilogramos de cordero.

La media la incrementamos $\mu_{pc} + \Delta$ y calculamos un nuevo valor de la canal $vpcn_{\mu_{pc}+\Delta}$.

El valor económico del peso de canal para el objetivo 1 es el siguiente:

$$ve_{pc} = \frac{(vpcn_{\mu_{pc}+\Delta} - consumo_{\mu_{pc}+\Delta}) - (vpcn_{\mu_{pc}} - consumo_{\mu_{pc}})}{\Delta}$$

El valor económico del peso de canal para el objetivo 2 es como sigue:

$$ve_{pc} = \frac{vpcn_{\mu_{pc}+\Delta} - vpcn_{\mu_{pc}}}{\Delta}$$

Se percibe como el valor económico de 1 kg más de carne vendida (peso de canal). El cálculo de consumo para ambos casos se explica en la siguiente sección.

4.2.3. Consumo

El cálculo propuesto para consumo incorporado como objetivo específico de selección fue realizado utilizando el programa de simulación de pastoreo ovino (SIPO) desarrollado por Gimeno et al. (2021).

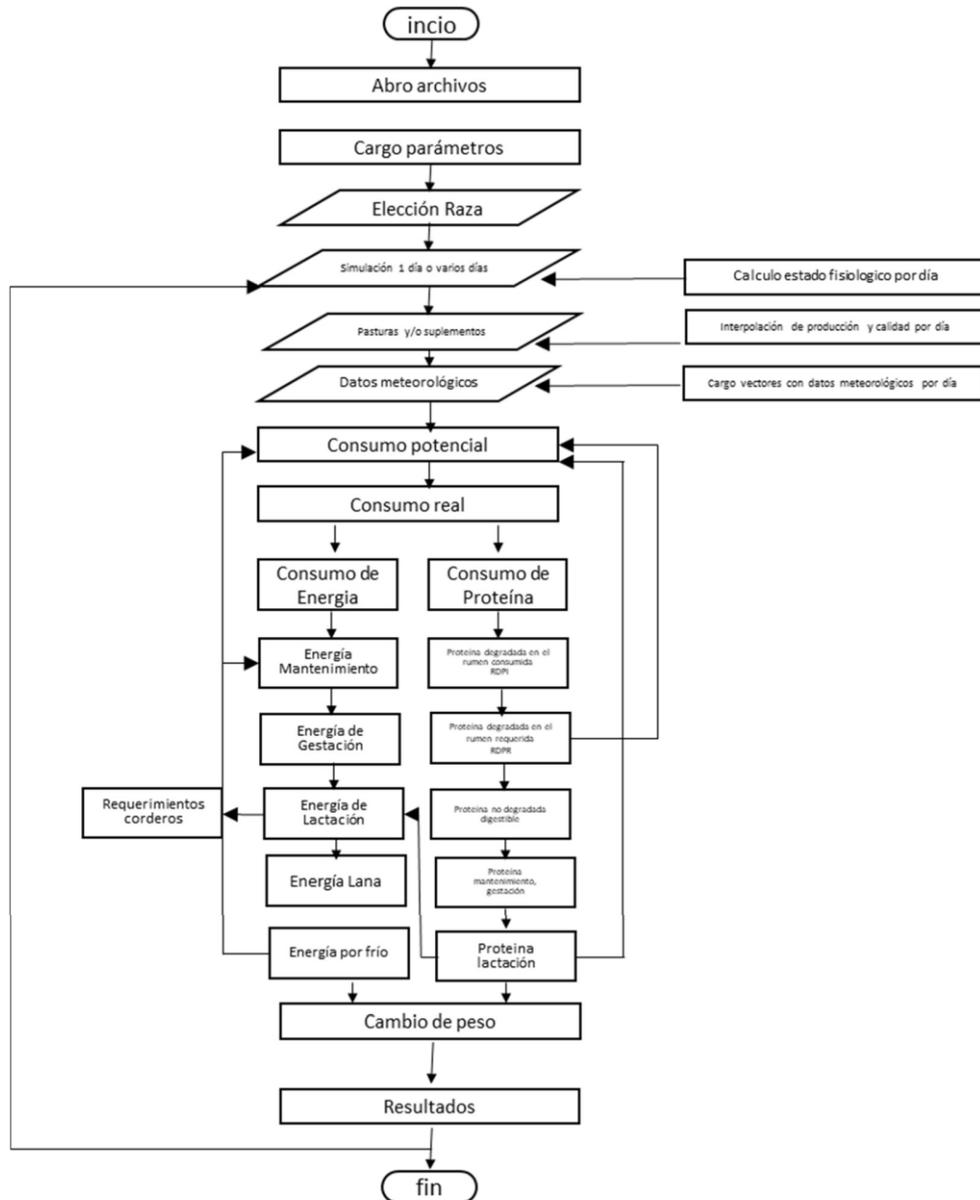
El programa logra sistematizar la información nacional generada en producción, calidad de pasturas, forrajes y alimentos concentrados y desarrolla un modelo de simulación de necesidades nutricionales de ovinos en pastoreo en el corto y mediano plazo. En la figura 6 se puede observar el diagrama de funcionamiento del SIPO. El programa permite planificar la alimentación de las diferentes categorías de ovinos. Tiene como objetivo simular el consumo de alimento ovino en un día o en varios. En esta última opción, el objetivo puede ser también llegar a determinado peso en varios días como se hizo para el cálculo de VE de consumo.

El cálculo de consumo se realiza en dos etapas. En la primera se calcula el consumo potencial de acuerdo con las características del animal como la edad, el peso maduro y su estado fisiológico y condiciones meteorológicas. El segundo paso es la determinación del consumo relativo, que es función del consumo potencial y las características de la pastura tanto de calidad como disponibilidad. Por último, el consumo de alimento se contabiliza en las ofertas de energía y proteína y, por otro lado, se calculan las demandas de los diferentes procesos fisiológicos. El programa necesita de la pastura como información mínima, la disponibilidad y la digestibilidad de la materia seca.

Al incrementar el peso del canal, se aumentaría el consumo de alimento; si no se considera este incremento, se estaría sobrevalorando el valor económico del peso.

Figura 6

Diagrama de flujo del programa de simulación (Gimeno et al., 2021).



El programa usa la función propuesta por de Brody (1945), ajustada por la escala alométrica propuesta por Taylor (Freer et al., 2012), para describir la evolución del peso normal de una hembra (N_{max}):

$$N_{max} = SRW - (SRW - W_{nac}) \exp\left(\frac{-0,0157 A}{SRW^{0,27}}\right)$$

Esta función calcula el peso normal (Nmax) de una hembra con un peso adulto (SRW) a una edad determinada (A) de una raza con un peso al nacer (Wnac), 0,0157 es la constante de tasa de crecimiento y 0,27 es el escalar alométrico de la tasa de crecimiento

Se simuló el consumo de una oveja desde el servicio hasta el destete y posterior faena de su progenie para contabilizar el consumo de materia seca, su valor y el cambio de peso hasta llegar aproximadamente al peso de faena de la progenie.

Se definió una raza de oveja con un peso adulto de hembra de 55 kg de tres años y medio de edad, servida con un carnero de raza terminal con un peso adulto de la hembra de 70 kg. Se asumió aditividad en el peso adulto de la progenie cruce, calculado como el promedio de los pesos adultos de las razas que le dieron origen ($0,5 \cdot 55 + 0,5 \cdot 70$).

Estos pesos adultos y otros parámetros definieron la curva de crecimiento definida por Brody (1945), como se cita en Gimeno et al. (2021), para la madre pura y la progenie cruce.

Para el sistema intensivo, la hembra fue servida el 1 de marzo sobre campo natural durante noventa días hasta el diagnóstico de gestación cuando se cambia la alimentación a una pradera de buena disponibilidad y calidad. El cordero nace sobre esta pradera y mantiene esta alimentación posdestete hasta alcanzar aproximadamente los 32 kg, siendo el criterio de terminar la simulación.

Diariamente se calcula el consumo potencial y el real en la disponibilidad de pastura, calidad y selectividad. El consumo de materia seca se transforma en energía metabolizable consumida y se computan los diferentes requerimientos según sea el caso (mantenimiento, gestación, lactación, lana y ganancia de peso). El cordero al nacer tiene una fase monogástrica en la cual consume solo leche materna para luego comenzar a consumir pastura.

El consumo de pastura se contabiliza de forma diaria en la madre y progenie. El consumo total de materia seca del cordero hasta el peso de faena es valorizado según

lo comentado. El consumo calculado en los ve es el consumo del cordero producto del cruzamiento.

Se utilizaron los parámetros productivos fecha de encarnerada, ecografía, esquila, parición y fecha de embarque. En cada período se indicó asignación de forraje.

Luego de la primera simulación bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo, se incrementa en un 10 % el parámetro de crecimiento de la curva de Brody y se corre una nueva simulación con el criterio de finalización la edad de faena del cordero de la primera.

El precio del kilo de materia seca se calculó tomando el arrendamiento anual de un campo ganadero publicado por DIEA (2023). Se calculó el pago mensual, esta renta se dividió entre la producción mensual de materia seca. Este procedimiento que utiliza la producción mensual considera el costo de oportunidad de la pastura. En los meses de invierno, con menor producción de pastura, el precio de la materia seca será mayor que en los meses de primavera. En las pasturas mejoradas se le agrega la amortización anual de la pradera.

Como resultado, calculamos el costo del consumo del cordero del nacimiento a la faena en las dos situaciones. Podemos usar este costo para penalizar el incremento del peso de canal (objetivo 1) y también para calcular el valor económico del kilo de materia seca consumida (objetivo 2).

4.2.4. Tipificación

La metodología de cálculo se basó en la propuesta de Wolfova y Wolf (1994). Los canales se tipifican de acuerdo con la clase de conformación (CONF) y de cobertura de grasa (CG) y su valor dependerá de estas clases. Podemos establecer dos tablas de dos entradas: una con la frecuencia de animales que pertenecen a cada celda de CONF-CG y otra con los precios de cada combinación. La importancia económica de ambos atributos estará en el aumento o disminución del ingreso por cambios en la categoría de tipificación. Wolfova y Wolf (1994) aplican un modelo umbral para

calcular los valores económicos para ambos caracteres; son caracteres categóricos con una variación normal subyacente y se asume también independencia entre ellos.

A las categorías se les asigna valores numéricos $1, 2, \dots, n_{conf}$ y $1, 2, \dots, n_{cg}$ en orden descendiente en el precio, n_{conf} y n_{cg} son el número de clases para conf y cg, respectivamente.

La matriz $P_{n_{cg}n_{conf}}$ es una matriz con elementos p_{ij} que representan frecuencias de animales (dichas frecuencias se encuentran en la tabla 7) de i ésima clase de cg y j ésima de conf. La clase de precios (1,1) es la de mayor valor, es el precio base (c_b), siendo un elemento de la matriz C . Los elementos de esta matriz se pueden expresar con relación a c_b multiplicando por un factor $k_{ij} \leq 1$; estos elementos forman la matriz K .

La matriz $P_{n_{cg}n_{conf}}$ se puede expresar como $P' = \text{Frec rel } n_{cg} \times n_{conf}$

La matriz de precios C se puede expresar como $C = K c_b$ siendo $k_{11} = 1$.

La importancia económica de la conformación y la terminación puede ser expresada en términos de aumento y disminución de los valores en relación con cambios en la frecuencia de una determinada categoría de la canal (CB). Es así como el precio de la canal lo podemos expresar en la siguiente ecuación:

$$C^{cp} = \mu_{pc} vpcn + \mu_{conf} vconf + \mu_{cg} vcg$$

La terminación y la conformación son consideradas características categóricas que se aproximan a una distribución normal. Para derivar un peso económico, se utilizan valores numéricos a los grados de terminación, siendo 1, 2, 3 y 4 las terminaciones S, P, M e I, respectivamente. El nivel de precios más alto (4S según tabla 8) se denominará *precio base* (CB); los precios de las demás clases se calculan en relación con el CB (tabla 8).

Para los pagos por peso de canal, se utilizó el criterio de pago por tipificación INAC con premios y castigos recogidos de liquidaciones de productores a frigoríficos

nacionales que utilizan la tipificación de INAC en la caracterización de las canales y en el sistema de pago. Se utilizaron los datos generados en el Centro de Conexión Texel descritos anteriormente para calcular las frecuencias de cada tipificación.

Tabla 7

Frecuencia de corderos faenados según tipificación INAC.

	<i>S (1)</i>	<i>P (2)</i>	<i>M (3)</i>	<i>I (4)</i>	<i>SUMA</i>
<i>1</i>	0,083	0,196	0,032	0,000	0,311
<i>2</i>	0,228	0,320	0,004	0,000	0,552
<i>3</i>	0,078	0,055	0,000	0,000	0,133
<i>4</i>	0,003	0,001	0,000	0,000	0,004
	0,39	0,57	0,04	0,000	1,000

Las filas muestran la conformación 1, 2, 3 y 4, y las columnas, la terminación S, P, M y I (ambas descritas en el capítulo de revisión bibliográfica).

Tabla 8

Precios relativos según sistema de pagos por tipificación.

	S	P	M	I
4	1,00	1,00	1,00	-
3	1,00	1,00	1,00	-
2	1,00	1,00	1,00	-
1	0,98	0,98	0,98	-

Los precios son relativos al precio base (Wolfová y Wolf, 1994) CB = 4 USD/kg en segunda balanza. No se consideró el valor para la categoría I debido a que no se encontraron animales en esa frecuencia.

4.3. Sensibilidad de los valores económicos

Se realizó un análisis de sensibilidad para comparar los VE ante distintos escenarios del negocio. En primer lugar, se modelizó un escenario con una mayor bonificación en canales de mayor calidad que se encuentran en conformaciones 3 y 4 y terminaciones S y P manteniendo el precio base (CB = 4 USD/kg en segunda balanza), pero bajando 5 % del valor en las canales que se encuentran en conformaciones de 2 y terminaciones de M y 10 % en conformaciones de 1, como se muestra en el tabla 10.

Tabla 10

Precios relativos según sistema de pagos por tipificación en un escenario de mayor estímulo por parte de la industria.

	S	P	M	I
4	1,00	1,00	0,950	-
3	1,00	1,00	0,950	-
2	0,950	0,950	0,950	-
1	0,900	0,900	0,900	-

Los precios son relativos al precio base (Wolfová y Wolf, 1994) CB = 4 USD/kg en segunda balanza. No se consideró el valor para la categoría I debido a que no se encontraron animales en esa frecuencia.

En segundo lugar, se modificó la escala de pago para los distintos pesos de canal que pasó de la estratificación detallada en el tabla 6 a pagar el mismo valor por todas las canales utilizando el precio base como referencia (tabla 11).

Tabla 11

Precios sin penalización de canal por peso.

Kilos de canal (kg)	Precio (USD/kg)
<8	4,0
8,01-13,0	4,0
13,01-20,0	4,0
20,01-24,0	4,0
>24	4,0

En tercer lugar, se modelizó un cambio en la frecuencia de animales dentro de las clases de tipificación y se invirtió la tabla 7 de frecuencia simulando una mayor cantidad de animales en las escalas más bajas de tipificación (tabla 12). Es menos probable que esta última simulación se presente en una situación real.

Tabla 12

Frecuencia de corderos faenados según tipificación INAC (descrita en capítulo 2.2.4.).

	<i>S (1)</i>	<i>P (2)</i>	<i>M (3)</i>	<i>I (4)</i>	<i>SUMA</i>
<i>1</i>	0,055	0,00	0,032	0,000	0,09
<i>2</i>	0,001	0,00	0,004	0,000	0,01
<i>3</i>	0,078	0,320	0,196	0,000	0,59
<i>4</i>	0,003	0,228	0,083	0,000	0,31
	0,14	0,55	0,32	0,000	1,000

En cuarto lugar, se simuló un aumento de un 20 % el costo de la materia seca producida para calcular los nuevos VE para el objetivo de consumo.

5. Resultados y discusión

Se definieron tres caracteres en dos objetivos de selección: peso de canal, calidad de canal y consumo. Para el consumo se calculó como carácter independiente en el objetivo (H₂) y como costo en el incremento del peso de canal (H₁). El incremento del consumo fue adjudicado al peso de canal sin contemplar el costo en terminación y conformación para evitar el doble conteo. Todas las características se calcularon a edad constante de 120 días. Se obtuvieron los VE de las características identificadas (tabla 13) expresados en dólares americanos por incremento en 1 unidad de cada característica (kg, %, g). Para calcular las ponderaciones económicas de los distintos sistemas (tabla 14), se calcularon previamente los números de expresiones descontadas para cada uno. Para el caso del sistema semiintensivo, el valor fue de 0,29, y para el sistema intensivo, 0,37.

El consumo como objetivo independiente en programas de mejoramiento genético donde existen mediciones directas se convierte más atractivo que medirlo de forma indirecta a través de un costo como es en el H₁. En Uruguay existe un desarrollo en estimaciones de consumo y es por eso que en la medida que se logren obtener estas mediciones e incorporarlas en el programa de evaluaciones genéticas la opción de objetivo H₂ con el consumo como objetivo independiente va a contribuir en un mayor progreso genético para dicho objetivo.

Tabla 13

Valores económicos, desvíos estándar aditivos y énfasis relativo para los objetivos de selección expresados por beneficio económico del sistema.

Características	H ₁	H ₂	Desvío estándar aditivo	Énfasis relativo ²
(Objetivos de selección)	USD/incr. ¹		σ g	%
Peso de canal	4,38	4,50	1,446	99,7
Conformación	0,017	0,017	0,177	0,046
Terminación	0,047	0,047	0,220	0,16

Consumo	-	0,025	0,154	0,094
---------	---	-------	-------	-------

¹ expresado en USD/incremento en 1 unidad de 1 ejercicio por cordero vendido.

H₁ y H₂ valores económicos.

² Énfasis relativo para H₂

El pago diferencial por peso de las canales afecta el cálculo del valor económico comparado con pagar a todas las canales con el mismo precio. Si el pago es igual, el valor económico será el precio neto del kilo de canal (3,46 USD/kg); en cambio, cuando incrementamos la media de peso de canal en un sistema de pago diferencial, movemos también la proporción de canales en los diferentes estratos de peso. Por ese motivo el VE fue superior en este caso.

El énfasis relativo del peso de canal es significativamente superior al resto de los objetivos (tabla 13). Está relacionado principalmente con el sistema de pago actual, donde existe un diferencial de precios importante en las diferentes clases de peso de canal, USD 0,8 y 1 menor al precio base, y, en menor medida, para las clases de tipificación, siendo todas las clases con igual pago al precio base, menos la terminación 1 con USD 0,2 menor al precio base.

Como se observa en la tabla 14, el VE para peso de canal expresados en dólares americanos por cordero tiene contemplados a los dos sistemas productivos. Para el cálculo de las ponderaciones económicas, se utilizó el NED por oveja servida estimado previamente para cada sistema, que dio como resultado en valores de USD 1.305 y USD 1.645 por cordero faenado por oveja servida para los sistemas semiintensivo e intensivo, respectivamente. Una forma de dimensionar las diferencias es trasladar estos valores al ingreso de la venta de un camión de corderos (trescientos corderos con 14,7 kg de canal, promedio). Para el sistema semiintensivo, el ingreso es de USD 5.755, y para el sistema intensivo, de USD 7.254, lo que implica una diferencia en el ingreso entre ambos sistemas de USD 1.499. Cuando el sistema tiene mejores parámetros productivos, mayor es el beneficio económico por la genética agregada. Esto se debe a que el NED de un sistema de cruzamiento terminal donde se venden todos los animales producto de la cruce está influenciado por las características asociadas al nivel de productividad de corderos (fecundidad y

sobrevivencia). Majadas maternas que tengan mayor potencial asociado a la genética materna o al manejo podrán aprovechar mejor la inversión en genética superior de los carneros terminales.

Tabla 14

Ponderaciones económicas para los objetivos de selección expresados por beneficio económico del sistema.

Características	SSI ^{2*}		SI ^{3*}	
	H ₁	H ₂	H ₁	H ₂
(Objetivos de selección)	USD/incr. ¹		USD/incr. ¹	
Peso de canal	1,270	1,305	1,620	1,645
Conformación	0,005	0,005	0,006	0,006
Terminación	0,014	0,014	0,017	0,017
Consumo	-	0,009	-	0,011

¹Expresado en dólares/incremento en 1 unidad de 1 ejercicio por oveja encarnerada con carnero terminal.

²Sistema semiintensivo descrito en el capítulo de revisión bibliográfica.

³Sistema intensivo descrito en el capítulo de revisión bibliográfica.

H₁ y H₂: valores y ponderaciones económicos.

*Cálculos de ponderaciones económicas con base en el número de expresiones descontadas (NED) (NED SSI = 0,29 y NED SI = 0,37) y VE de cada característica.

El modelo propuesto se basa en la premisa de que la sobrevivencia en el cruzamiento terminal no es afectada por la genética que aporta la raza terminal. Amer et al. (1999) expresaron que la cantidad de corderos producidos está determinada principalmente por la prolificidad de la madre y el modelo de gestión que se aplica en el predio. Si bien no es una premisa que podemos cumplir exactamente, Perez Enciso et al. (1994) afirman que la variación genética del tamaño de camada está dada principalmente por la tasa ovulatoria y la supervivencia embrionaria, antes que la sobrevivencia del cordero. En sistemas de cruzamiento terminal, esta variación se podría utilizar para trabajar dentro de la raza maternal de donde se seleccionan las futuras madres. McHugh et al. (2022) estudiaron la incidencia de la raza terminal sobre la sobrevivencia en corderos con madres de diferentes índices de sobrevivencia perinatal en Irlanda. Los autores encontraron que las madres con valores altos del

índice dieron 0,98 % más de sobrevivencia que madres con índices bajos para la característica. En todos los casos, la raza terminal seleccionada principalmente por peso de cuerpo, pero con índices diferentes para sobrevivencia, no tuvo ninguna incidencia (negativa) sobre la sobrevivencia. Si se busca incorporar la sobrevivencia sobre las razas maternas, lograremos un mayor impacto y sin afectar el progreso genético logrado con la raza terminal.

En la identificación de ingresos y costos del sistema (tabla 5), la sanidad (parásitos gastrointestinales) se identifica como un costo que afecta a los sistemas ovinos definidos. Si bien la h^2 es de 0,145 (Ciappesoni et al., 2013) —lo cual nos indica que se puede alcanzar un progreso genético a través de la característica—, desde el punto de vista genético, el aporte a la resistencia a parásitos gastrointestinales en corderos cruza está determinado en un 50 % por el padre, el cual estamos buscando mejorar, y el otro 50 %, por la madre del sistema que proviene de una selección que permanece en el sistema (por medio de la reposición de hembras), lo cual es una mejora acumulativa a diferencia de la mejora en la raza terminal. Si bien se pueden obtener mejoras trabajando desde la raza terminal, seleccionar genéticamente por resistencia a parásitos gastrointestinales será más efectivo a través de la raza materna. Según Sutherland y Scott (2010), la madurez inmunológica se alcanza entre los 3 y 6 meses de vida y la resistencia completa se alcanza en la madurez entre los 6 y 9 meses de vida del cordero, cuando en estos modelos propuestos ya salió del sistema. Además de la resistencia genética, la carga parasitaria en los corderos se encuentra determinada por la carga parasitaria del sistema que aportan principalmente las madres. Las ovejas experimentan una pérdida temporal de inmunidad adquirida alrededor del parto (periparto) (Goldberg et al., 2012). Esta puede ser definido como un aumento temporal pero marcado en número de nematodos gastrointestinales que comienza en la última semana de gestación y alcanza el pico máximo entre seis y ocho semanas posparto; en ambientes con mayor control parasitario de las madres, la carga parasitaria de los corderos es menor (Houdijk, 2008). Si trabajamos en selección por resistencia de la raza materna, estaríamos influyendo de forma más significativa en la carga parasitaria del cordero cruza que si incluimos la resistencia

en los objetivos de las razas terminales. Incorporar objetivos de menor impacto en el sistema puede afectar el énfasis relativo de los objetivos de mayor relevancia como en este caso son el peso de cuerpo, calidad de canal y consumo.

Los cuatro escenarios para el análisis de sensibilidad fueron realizados únicamente para VE de H₂ sin NED, los resultados están expresados en dólares americanos por incremento y en variación porcentual para dimensionar la magnitud del cambio (se detallan en la tabla 15).

Tabla 15

Valores económicos para los objetivos de selección (H₂) expresados por beneficio económico del sistema comparado con cambios en el escenario del negocio.

Características		Valores económicos								
		Sin premios por peso de canal			Con mayores premios en tipificación		Cambiando frecuencia de canales		Aumentando 20 % valor de renta	
H ₂	(Objetivos de selección)	USD/incr. ¹	USD/incr. ¹	Var %	USD/incr. ¹	Var %	USD/incr. ¹	Var %	USD/incr. ¹	Var %
Peso de canal		4,50	3,46	23,11	-	-	-	-	-	-
Conformación		0,017	-	-	0,063	270,6	0,019	11,8	-	-
Terminación		0,047	-	-	0,195	314,9	0,008	82,9	-	-
Consumo		0,025	-	-	-	-	-	-	0,030	20

¹Expresado en USD/incremento en 1 unidad de 1 ejercicio.

Cuando comparamos los dos factores que afectan a los VE de tipificación (frecuencia y premios por tipificación), se observa una mayor variabilidad si se modifica el sistema de pago que si se modifican los parámetros productivos que determinan la frecuencia de los animales en los grados de terminación y conformación. Se necesita un mayor impulso de parte del sistema de pagos para lograr un progreso genético mayor, cuando existe una mayor diferencia económica entre los distintos grados de tipificación y/o pesos de canal los valores económicos para dichos objetivos permiten una mayor diferencia para la selección. En el caso del peso de la canal, existe un pago diferencial que permite seleccionar en dirección a las clases de pesos de canal más deseadas por el mercado.

En el escenario de incremento en el valor de la renta, que implicaría un aumento en el costo de la materia seca consumida, se observa una variación de 20 % del VE para consumo; a medida que la renta es más cara, el consumo de MS pasa a ser más importante en las decisiones sobre los objetivos. Si bien es un cambio de gran magnitud, sigue sin ser un cambio que modifique demasiado el énfasis relativo en comparación con el objetivo que representa el peso de cuerpo.

6. Conclusiones

El modelo desarrollado permitió representar dos sistemas de cruzamiento terminal representativos de las condiciones de Uruguay, identificar los objetivos de selección y calcular los VE. Permite modificar parámetros productivos y económicos para calcular los nuevos VE, según cambios en las condiciones, que habilitaron a orientar las decisiones.

Los objetivos de importancia económica identificados fueron peso de canal, conformación, terminación y consumo de materia seca. Los VE para los objetivos seleccionados permiten mejoras económicas independientemente de los sistemas de cruzamiento terminal. Con un énfasis relativo de 99.7 para peso de canal, las mejoras sobre el peso de canal tendrán un mayor impacto que el resto de los objetivos. Aun así, es importante el uso del índice aunque la importancia relativa del peso de canal sea significativamente superior al resto, esto podría cambiar si se producen cambios en el escenario de beneficios o castigos económicos en el pago por conformación y cobertura de grasa y si ocurren cambios en las varianzas genéticas aditivas en estimaciones con mayor cantidad de datos.

Para lograr un progreso genético orientado, es necesario incorporar los VE a un índice de selección para que se utilice en el programa de evaluación genética ovina del Uruguay y, posteriormente, realizar un entrenamiento de cabañeros y productores para lograr una correcta adopción.

7. Bibliografía

- Amarilho, F., De Barbieri, I., Araujo, J., Marques, C., Ferreira, G. y Ciappesoni, G. (2022). Residual feed intake for Australian Merino sheep estimated in less than 42 days of trial. *Livestock Science*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104889>
- Amer, P. R. (1999). Economic accounting of numbers of expressions and delays in sheep genetic improvement. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 42(3), 325-336. <https://doi.org/10.1080/00288233.1999.9513382>.
- Amer, P. R. (2000). Trait economic weights for genetic improvement with SIL. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 60, 189-191.
- Atkins, K. (1987). Breeding objectives for terminal sire breeds of sheep. *Proceedings of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics*, 6, 221-224.
- Azzarini, M. (2003). El cordero pesado «tipo SUL». Un ejemplo de desenvolvimiento integrado en la producción de carne ovina en el Uruguay. *12th World Corriedale Congress* (pp. 11-17).
- Bonny, S. P. F., O'Reilly, R. A., Pethick, D. W., Gardner, G. E., Hocquette, J. F. y Pannier, L. (2018). Update of Meat Standards Australia and the cuts based grading scheme for beef and sheepmeat. *Journal of Integrative Agriculture*, 17(7), 1641-1654. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(18\)61924-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(18)61924-0)
- Bóscollo, P., Dauria, B. D., Portes, J. V., Petrini, J., Da Silva Lopes, J. E., Ladeira, G. C., Júnior, L. F. S. y Mourão, G. B. (2022). Bioeconomic selection indexes for terminal lamb systems in tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 211(April). <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106701>
- Brito, L. F., McEwan, J. C., Miller, S., Bain, W., Lee, M., Dodds, K., Newman, S. A., Pickering, N., Schenkel, F. S. y Clarke, S. (2017). Genetic parameters for various growth, carcass and meat quality traits in a New Zealand sheep population. *Small Ruminant Research*, 154, 81-91. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.07.011>
- Brody, S. (1945). *Bioenergetics and Growth*. Reinhold.

- Brown, D. J. y Swan, A. A. (2016). Genetic importance of fat and eye muscle depth in Merino breeding programs. *Animal Production Science*, 56(4), 690-697. <https://doi.org/10.1071/AN14645>
- Byrne, T. J., Ludemann, C. I., Amer, P. R. y Young, M. J. (2012). Broadening breeding objectives for maternal and terminal sheep. *Livestock Science*, 144(1-2), 20-36. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.10.010>
- Cardellino, R. y Ponzoni, R. (1985). Definición de los objetivos del mejoramiento genético e índices de selección en lanares, *II Seminario Técnico de Producción Ovina del Uruguay*. SUL.
- Ciappesoni, G., Golberg, V. y Gimeno, D. (2013). Estimates of genetic parameters for worm resistance, wool and growth traits in Merino sheep of Uruguay. *Livestock Science*, 157, 65-74.
- Ciappesoni, G., San Julián, R., Navajas, Elly. y Gimeno, D. (2014). Genetic Evaluation of the Texel Breed in Uruguay: I. Carcass Quality Traits, *60th International Congress of Meat Science and Technology* (pp. 22-25). <https://doi.org/10.13140/2.1.2762.6888>
- Conington, J., Lambe, N., Tortereau, F., McGovern, F., Navajas, E., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Jakobsen, J., Smith, E., Yates, J., McCleod, M., Le Graverand, Q., McDermott, K., Steinheim, G., Aspeholen Aby, B., Dønnem, I., McHugh, N., Farrell, L., Marie-Etancelin, C., Johnson, P. y Rowe S. (2022). Strategies to mitigate greenhouse gas emissions from pasture-based sheep systems – an EU project consortium view. En *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (pp. 107-110), 12, Rotterdam, the Netherlands, 3-8 July. https://doi.org/10.3920/978-90-8686-940-4_15
- Coronel, F. (2012). *Qué debemos potenciar en los sistemas de producción para hacer más competitiva la producción ovina en los próximos 10 años*. Primer Seminario Internacional de Carne Ovina En Uruguay. <https://www.inia.org.uy/online/site/1025770I1.php>

- Dekkers, J. C. M. y Gibson, J. P. (1998). Applying Breeding Objectives to Dairy Cattle Improvement. *Journal of Dairy Science*, 81(suppl. 2), 19-35. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)70151-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)70151-1)
- Dekkers, J. C. M., Gibson, J. P., Bijma, P. y Van Arendonk, J. A. M. (2004). Design and optimisation of animal breeding programmes. Ames (IA): Iowa State University. Lecture Notes for AnS 652 A and B, S05. <https://media.gradebuddy.com/documents/2876069/69d2f8fc-3e42-4edc-a1af-a5b2ff272b21.pdf>.
- Dickerson, G. E. (1973). Inbreeding and Heterosis in Animals. *Journal of Animal Science*, 1973(Symposium 1973), 54-77. <https://doi.org/10.1093/ansci/1973.symposium.54>
- Fogarty, N. M. (2009). Meat sheep breeding – where are we at and future challenges. *Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 18, 414-421.
- Freer, M., Moore A. D. y Donnelly J. R. (2012). The GRAZPLAN animal biology model for sheep and cattle and the GrazFeed decision support tool. *CSIRO Plant Industry Technical Paper*. 1, 3. <https://www.apsim.info/wp-content/uploads/2019/09/TechPaperJan10.pdf>
- Ganzabal, A., Ciappesoni, G., Banchemo, G., Vazquez, A., Ravagnolo, O. y Montossi, F. (2012). *Biotipos maternas y terminales para enfrentar los nuevos desafíos de la producción ovina moderna*. Revista INIA 29:14-18.
- Gimeno, D. y Ciappesoni, G. (2018). ¿Cambio o mejora? Avances logrados en 10 años de mejora genética. IV Seminario Mejoramiento Genético en Ovinos. INIA-SUL. <https://www.youtube.com/watch?v=ayHj9wSlGwY&t=10s>
- Gimeno, D., Piaggio, L., Sacarsi, A., Buffa, I., Marichal, M., Raimando, L. y Balduvino, P. (2021). *Desarrollo de un programa de simulación para la toma de decisiones en la planificación alimenticia de sistemas de producción ovina*. FPTA-INIA.
- Gizaw, S., Komen, H. y Van Arendonk, J. A. M. (2010). Participatory definition of breeding objectives and selection indexes for sheep breeding in traditional

- systems. *Livestock Science*, 128(1-3), 67-74.
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.10.016>
- Goddard, M. E. (1997). Consensus and debate in the definition of breeding objectives. *Journal of Dairy Science*, 81(2), 6-18. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(98\)70150-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(98)70150-X)
- Goldberg, V., Ciappesoni, G. y Aguilar, I. (2012). Genetic parameters for nematode resistance in periparturient ewes and post-weaning lambs in Uruguayan Merino sheep. *Livestock Science*, 147(1-3), 181-187.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2012.05.003>
- Hazel, L. N. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28(6), 476-490. <https://doi.org/10.1093/genetics/28.6.476>
- Hazel, L. N., Dickerson, G. E. y Freeman, A. E. (1994). The Selection Index—Then, Now, and for the Future. *Journal of Dairy Science*, 77(10), 3236-3251.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77265-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77265-9)
- Hopkins, D. L., Hegarty, R. S. y Farrell, T. C. (2005). Relationship between sire estimated breeding values and the meat and eating quality of meat from their progeny grown on two planes of nutrition. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 45(5), 525-533. <https://doi.org/10.1071/EA03175>
- Houdijk, J. G. M. (2008). Influence of periparturient nutritional demand on resistance to parasites in livestock. *Parasite Immunology*, 30(2), 113-121.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.2008.00992.x>
- Instituto Nacional de Carnes (INAC). (2015). *Manual de carnes bovina y ovina* (2.^a ed.).
https://www.inac.uy/innovaportal/file/2043/1/manual_corregido_2a_edicion.pdf
- Instituto Nacional de Carnes (INAC). (2023). Serie anual de faena ovina, número de animales por categoría en el período 1991-2023.
<https://www.inac.uy/innovaportal/v/5539/1/innova.front/faena>
- James, J.W. (1982) Economic aspects of developing breeding objectives: general considerations. En: J.S.F. Barker, K. Hammond, A.E. McClintock (ed.), *Future Developments in the Genetic Improvement of Animals* (pp. 107-118) Acad. Press, Sydney, Australia.

- Jeffries, B. C. (1961). Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian Journal of Agriculture*, 32, 19-21.
- Jonker, A., Hickey, S. M., Rowe, S. J., Janssen, P. H., Shackell, G. H., Elmes, S., Bain, W. E., Wing, J., Greer, G. J., Bryson, B., MacLean, S., Dodds, K. G., Pinares-Patiño, C. S., Young, E. A., Knowler, K., Pickering, N. K. y McEwan J. C. (2018). Genetic parameters of methane emissions determined using portable accumulation chambers in lambs and ewes grazing pasture and genetic correlations with emissions determined in respiration chambers. *Journal of Animal Science*, 96(8), 3031-3042. [https://doi: 10.1093/jas/sky187](https://doi.org/10.1093/jas/sky187)
- Karamichou, E., Richardson, R. I., Nute, G. R., McLean, K. A. y Bishop, S. C. (2006). Genetic analyses of carcass composition, as assessed by X-ray computer tomography, and meat quality traits in Scottish Blackface sheep. *Animal Science*, 82(2), 151-162. <https://doi.org/10.1079/ASC200518>
- Krupová, Z., Oravcová, M., Krupa, E. y Peškovičová, D. (2008). Methods for Calculating Economic Weights of Important Traits in Sheep. *Slovak Journal of Animal Science*, 41(1), 24-29.
- Macfarlane, J. M. y Simm, G. (2008). The contribution of genetic improvement for lamb meat production. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 2(3), 7-14.
- Marques, C. B., De Barbieri, I., Velazco, J., Navajas, E. A. y Ciappesoni, G. (2022). Genetic parameters for feed efficiency, gas emissions, oxygen consumption and wool traits in Australian Merino. *Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP)* (pp. 160-163), Rotterdam, the Netherlands, 3-8 July.
- Márquez, G., Davies, M., Roehe, R., Bünger, L., Simm, y Lewis, R. (2012). Index selection in terminal sires improves lamb performance at finishing. *Journal of Animal Science*, 91(1) 38-43. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5383>
- McClintock, A. E. y Cunningham, E. P. (1974). Selection in dual purpose cattle populations: defining the breeding objective. *Animal Production*, 18(3), 237-247. <https://doi.org/10.1017/S0003356100022418>
- McHugh, N., McDermott, K., Bohan, A., Farrell, L. J., Herron, J. y Pabiou, T. (2022). Validation of maternal and terminal sheep breeding objectives using Irish field

- data. *Translational Animal Science*, 6(3), 1-8.
<https://doi.org/10.1093/tas/txac099>
- Miar, Y., Plastow, G., Bruce, H., Moore, S., Manafiazar, G., Kemp, R., Charagu, P., Huisman, A., Van Haandel, B., Zhang, C., McKay, R. y Wang, Z. (2014). Genetic and phenotypic correlations between performance traits with meat quality and carcass characteristics in commercial crossbred pigs. *Plos One*, 9(10), e110105. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0110105>
- Montossi, F., De Barbieri, I., Ciappesoni, G., Ganzábal, A., Banchemo, G., Luzardo, S. y Julián, R. S. (2013). Intensification, diversification, and specialization to improve the competitiveness of sheep production systems under pastoral conditions: Uruguay's case. *Animal Frontiers*, 3(3), 28-35.
<https://doi.org/10.2527/af.2013-0021>
- Navajas, E. A., San Julián, R., Brito, G., Gimeno, D., Gutierrez-Zamit, E., Goldberg, V. y Ciappesoni, G. (2014). Genetic evaluation of the texel breed in Uruguay: II meat quality traits. En *60th International Congress of Meat Science and Technology, 17-22nd August 2014, Punta del Este, Uruguay*.
<http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1451.9683>
- Navajas, E. A., Ravagnolo, O., De Barbieri, I., Pravia, M. I., Aguilar, I., Lema, M. O., Vera, B., Peraza, P., Marques, C. B., Velazco, J. I. y Ciappesoni, G. (2022). Genetic selection of feed efficiency and methane emissions in sheep and cattle in Uruguay: progress and limitations. En *Proceedings of 12th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (pp. 164-167), Rotterdam, the Netherlands, 3-8 July. <https://doi.org/10.3920/978.90.8686.940>
- New Zealand Meat. (2004). *Guide to lamb and mutton carcass classification*.
<https://www.interest.co.nz/files/rural/lambgrade.pdf>
- Nielsen, H. M., Amer, P. R. y Byrne, T. J. (2013). Approaches to formulating practical breeding objectives for animal production systems. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A: Animal Science*, 64(1), 2-12.
<https://doi.org/10.1080/09064702.2013.827237>

- Oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA). (2023, 20 de noviembre). Anuario estadístico. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2023>.
- Oksbjerg, N., Petersen, J. S., Sørensen, I. L., Henckel, P., Vestergaard, M., Erthbjerg, P., Møller, A. J., Bejerholm, C. y Støier, S. (2000). Long-term changes in performance and meat quality of Danish Landrace pigs: a study on a current compared with an unimproved genotype. *Animal Science*, 71(1), 81-92. <https://doi.org/10.1017/S1357729800054916>
- Pannier, L., Gardner, G. y Pethick, D. (2018). Factors affecting lamb eating quality and the potential for their integration into an MSA sheepmeat grading model. *Meat Science*, 144, 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.035>
- Pérez-Enciso, M., Foulley, J. L., Bodin, L. y Poivey, J. P. (1994). Genetic implications of a bivariate threshold model for litter size components. *Journal of Animal Science*, 72(11), 2775-2786.
- Pickering, N. K., Dodds, K. G., Blair, H. T., Hickson, R. E., Johnson, P. L. y McEwan, J. C. (2012). Genetic parameters for production traits in New Zealand dual-purpose sheep, with an emphasis on dagginess. *Journal of Animal Science*, 90(5), 1411-1420. <https://doi.org/10.2527/JAS.2011-4163>
- Ponzoni, R. (1982). The importance of live weight in the genetic improvement of Australian Merino Sheep. *Sheep Journal*, 30(1).
- Ponzoni, R. (1991). Breeding plans for tropical sheep- getting started: developing breeding objectives for Australian beef cattle production. *Animal Production*, 49, 35-47.
- Ponzoni, R. (2016). Lineamientos Generales para el Asesoramiento en uso de Recursos Genéticos Ovinos. *Elección y Uso del (o los) Recurso(s) Genético(s) (e.g. Elección de la(s) Raza(s), Cría en Raza Pura, Cruzamientos)* (pp. 22-28).
- Ponzoni, R. y Newman, S. (1989). Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. *Animal Production*, 49(1), 35-47.
- Pravia, M. (2009). *Desarrollo de objetivos e índices de selección en ganado para carne en Uruguay a través de un modelo bioeconómico* [tesis final de grado]. Universidad de la República, Facultad de Agronomía.

- Salgado, C. (2003). El mercado mundial de carne ovina. *Proceeding del Congreso Mundial de Corriedale Uruguay* (pp. 91-97).
- Santos, B. F. S., Mchugh, N., Byrne, T. J., Berry, D. P. y Amer, P. R. (2015a). Comparison of breeding objectives across countries with application to sheep indexes in New Zealand and Ireland. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132(2), 144-154. <https://doi.org/10.1111/jbg.12146>
- Santos, B. F. S., Mchugh, N., Byrne, T. J., Berry, D. P. y Amer, P. R. (2015b). Comparison of breeding objectives across countries with application to sheep indexes in New Zealand and Ireland. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 132(2), 144-154. <https://doi.org/10.1111/jbg.12146>
- Schneeberger, M., Tier, B. y Hammond, K. (1991). Introducing the third generation of BREEDPLAN and GROUP BREEDPLAN. *Proc. Aust. Assoc. Anim. Breed. Genet.* **9**, 194–199.
- Secretariado Uruguayo de la Lana (2023, 20 de julio). Entrevista al Ing. Agr. Mario Azzarini. <https://www.sul.org.uy/noticias/165>
- Simm, G. y Dingwall, W. S. (1989). Selection Indices for Lean Meat Production in Sheep. *Livestock Production Science*, 21(3), 223-233.
- Stafford, J. E. y Walkley J. R. W. (1979). Breeding Objectives and Selection Criteria for Australian Prime Lamb Production. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(2), 340.
- Sutherland, I. y Scott, I. (2010). Gastrointestinal Nematodes Sheep and Cattle: Biology and Control. *Wiley-Blackwell*.
- Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL). (2013). El 2012 marcó recuperación del stock ovino. 163 (24-25). <https://www.sul.org.uy/verPDF/Lana-Noticias-nro.163-Febrero-2013.pdf/24-25/EI+2012+marc%C3%B3+una+recuperaci%C3%B3n+del+Stock+Ovino>
- Swan, A. A., van der Werf, J. H. J. y Atkins, K. D. (2007). *Developments in Breeding Objectives for the Australian Sheep Industry. Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics*, 17, 483-490

- Teixeira, A., Silva, S. y Rodrigues, S. (2019). Advances in Sheep and Goat Meat Products Research. *Advances in Food and Nutrition Research*, 87, 305-370. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.09.002>
- Van der Werf., J. H. J. (2006). Optimal development of Australian sheep genetic resources. *International Journal of Sheep and Wool Science*, 54(3), 19-21.
- Veerkamp, R. F., Dillon, P., Kelly, E., Cromie, A. R. y Groen, A. F. (2002). Dairy cattle breeding objectives combining yield, survival and calving interval for pasture-based systems in Ireland under different milk quota scenarios. *Livestock Production Science*, 76(1-2), 137-151. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00006-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00006-4)
- Warn, L. K., Geenty, K. G. y McEachern, S. (2006). What is the optimum wool-meat enterprise mix? *International Journal of Sheep and Wool Science*, 54(1), 40-49. <http://hdl.handle.net/102.100.100/129152?index=1>
- Wilton, J. W., Quinton, V. M. y Quinton, C. D. (2013). *Optimizing Animal Genetic Improvement*.
- Wolfová, M. y Wolf, J. (1994). Derivation of economic weights for carcass traits, Workshop *Economic weight in cattle*. *Lehr und Versuchsanstalt für Landwirtschaft. Futterkamp 16*.
- Wolfová, M., Wolf, J. y Milerski, M. (2009). Calculating economic values for growth and functional traits in non-dairy sheep. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 126(6), 480-491. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2009.00815.x>
- Yeomans, J. (2007). *Developments in Carcass Classification of Beef and Lamb*. https://www.nuffieldscholar.org/sites/default/files/reports/2006_UK_John-Yeomans_Developments-In-Carcass-Classification-Of-Beef-And-Sheep.pdf

8. Anexo

8.1. Objetivos de selección y cálculo de ponderaciones económicas para dos sistemas de producción de carne ovina con razas terminales

García Pintos, M^{1.}, Ciappesoni, G^{2.}, Guillenea, A^{1.}, Gimeno, D^{1.}

¹Secretariado Uruguayo de la Lana, Uruguay

²Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Sistema Ganadero Extensivo, Las Brujas, Uruguay

Abstract

The main objective of this study was to develop economic values to guide genetic selection in terminal sheep breeds, thus improving economic benefits. Specific objectives included defining representative production systems and quantifying characteristics that directly impact economic performance. Increasing the economic income of meat sheep production systems through genetic improvement is a necessity for all terminal breeds involved in genetic evaluation in Uruguay. Two production systems (semi-intensive and intensive) were analyzed, deriving values from different characteristics (carcass weight, classification and consumption). For carcass weight, feed consumption was penalized in one of the scenarios (H1), while, in the other (H2), feed consumption was included as an independent trait. The study shows that defining selection objectives is critical for guiding genetic improvement. Traits such as carcass weight and conformation were prioritized. Additionally, feed consumption penalties were established in some cases, highlighting the importance of balancing growth with feed cost. Intensive systems showed greater economic benefits compared to semi-intensive systems. The study proposes an approach that integrates genetic, productive and economic factors to improve efficiency and performance in sheep meat production in Uruguay. The economic values obtained can guide genetic selection toward animals that offer greater economic benefits, contributing to the sustainable development of the sheep industry. The results show that it is possible to genetically improve the set objectives with a stronger emphasis

on selecting for carcass weight, primarily determined by the payment system used in Uruguay.

Keywords: economic values, terminal breeds, genetic improvement, terminal crossbreeding.

Resumen

El principal objetivo de este estudio fue desarrollar valores económicos (VE) que orienten la selección genética en razas terminales ovinas para mejorar así el beneficio económico. Los objetivos específicos incluyeron la definición de sistemas de producción representativos y la cuantificación de características que impactan directamente en los ingresos y costos de producción. Aumentar los ingresos económicos de los sistemas ovinos de producción de carne mediante la mejora genética es una necesidad de todas las razas terminales que participan de la evaluación genética en Uruguay. Se analizaron dos sistemas de producción (semiintensivo e intensivo) que derivaron los VE de diferentes características (peso de canal, tipificación y consumo). Para el peso de canal, se penalizó el consumo en uno de los escenarios (H_1), mientras que en el otro (H_2) se incluyó el consumo como una característica independiente. El estudio muestra que la definición de objetivos de selección es crucial para orientar la mejora genética. Se establecieron penalizaciones por consumo en algunos casos y se destacó la importancia de balancear el crecimiento con el costo del alimento. Los sistemas intensivos mostraron un mayor beneficio económico en comparación con los semiintensivos. Los VE obtenidos permiten guiar la selección genética hacia animales que ofrezcan mayores beneficios económicos y que contribuyan al desarrollo sostenible de la industria ovina. Los resultados muestran que es posible mejorar genéticamente con un mayor énfasis de selección al peso del canal determinado principalmente por el sistema de pago que se utiliza en Uruguay.

Palabras clave: valores económicos, razas terminales, mejora genética, cruzamiento terminal.

Resumo

O principal objetivo deste estudo foi desenvolver valores econômicos (ve) que orientem a seleção genética em raças terminais ovinas, melhorando assim o benefício econômico. Os objetivos específicos incluíram a definição de sistemas de produção representativos e a quantificação de características que impactam diretamente os rendimentos e os custos de produção. Aumentar as receitas econômicas dos sistemas ovinos de produção de carne por meio da melhora genética é uma necessidade de todas as raças terminais que participam da avaliação genética no Uruguai. Foram analisados dois sistemas de produção (semi-intensivo e intensivo), derivando-se os valores econômicos para diferentes características (peso da carcaça, tipificação e consumo). Para o peso da carcaça, o consumo foi penalizado em um dos cenários (H1), enquanto no outro (H2) o consumo foi incluído como uma característica independente. Além disso, foram estabelecidas penalizações pelo consumo em alguns casos. Os sistemas intensivos mostraram maior benefício econômico em comparação com os semi-intensivos. O trabalho propõe uma abordagem que integra fatores genéticos, produtivos e econômicos, com o objetivo de melhorar a eficiência e o desempenho na produção de carne ovina no Uruguai. Os valores econômicos obtidos permitem guiar a seleção genética para animais que ofereçam maiores benefícios econômicos, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da indústria ovina. Os resultados mostram que é possível melhorar geneticamente os objetivos propostos com maior ênfase na seleção do peso da carcaça, determinado principalmente pelo sistema de pagamento utilizado no Uruguai.

Palabras clave: valores econômicos, raças terminais, melhoramento genético, cruzamento terminal.

8.1.1. Introducción

La utilización de razas ovinas orientadas a la producción de carne ha aumentado notablemente en Uruguay en los últimos años. Muchos productores han optado por diversificar sus fuentes de ingresos para dejar de lado el tradicional sistema enfocado en la lana y se adaptan a un modelo más productivo en términos de cantidad de corderos obtenidos por oveja. Para ello, se han introducido razas carniceras en los cruzamientos terminales, con el objetivo de aumentar el peso de canal y mejorar la precocidad de los corderos. La identificación de los caracteres por mejorar en estas razas es fundamental para incrementar la rentabilidad económica en estos sistemas de producción.

Cuando se logra una señalada superior al 90 % en una majada de razas maternas, es altamente beneficioso introducir carneros de razas terminales en parte de la majada, lo que permite obtener más del 50 % de corderos cruzados con características cárnicas⁽⁵⁾. Este enfoque aprovecha la heterosis individual, la complementariedad y las diferencias entre razas para incrementar la producción de carne de calidad. Las razas terminales destacan por su rápida tasa de crecimiento y las características deseables de la canal en los corderos resultantes, los cuales son destinados íntegramente a faena, sin retención de hembras para reposición, lo que justifica su denominación como *raza terminal*⁽⁷⁾.

Para optimizar la producción de carne a través del cruzamiento terminal, no solo es crucial seleccionar la raza paterna, sino también elegir animales con un alto mérito genético en relación con los objetivos de mejora. El programa de evaluación genética ovina Uruguay, impulsado por INIA-SUL-ARU desde mediados de los años 90, ha permitido avanzar en la selección objetiva de animales e incorporó razas terminales como Texel en 2008, Hampshire down y Pol Dorset en 2011 e Ile de France en 2021. Uruguay, que ya cuenta con programas consolidados de mejora genética⁽⁴⁾, enfrenta el reto de mantener la adopción de estas prácticas. Actualmente, la adopción de la mejora genética en

todas las razas alcanza el 38 %, mientras que para la raza Texel es del 23 %, medida en función del criterio de compra de carneros⁽⁹⁾.

El desarrollo de un plan de mejora genética requiere, primero, definir el rol de cada raza en los sistemas productivos. Como se mencionó, las razas terminales en Uruguay tienen un papel en los sistemas comerciales de cruzamiento terminal. Luego, es fundamental determinar qué características deben mejorarse para maximizar el beneficio económico. Estos rasgos pueden definirse en función del sistema de pago actual o de futuras tendencias⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾.

Este trabajo busca definir los objetivos de selección para razas terminales en los sistemas de producción ovina en Uruguay y calcular los valores económicos (VE) de las características clave en cada sistema, con el fin de generar un mayor impacto económico mediante la mejora genética de las razas evaluadas.

8.1.2. Materiales y métodos

Para la identificación de los objetivos de selección, se siguieron los siguientes pasos: 1) especificación del sistema de producción, cría y manejo, 2) identificación de las fuentes de ingreso y costo, 3) determinación de las características biológicas que afectan los ingresos y costos y 4) derivación de los valores económicos (VE) de cada una de las características⁽¹³⁾. Se definieron los sistemas de producción con base en los talleres realizados con la Sociedad Criadores de Texel del Uruguay en el año 2016 y con la Sociedad de Criadores de Hampshire Down Uruguay en el año 2019 y en encuestas con los productores de razas terminales. En los talleres, la convocatoria se realizó a través de las sociedades de criadores a productores vinculados y a técnicos de INIA, SUL y la Universidad de la República. Se dividieron en grupos y se entregaron algunas preguntas orientadoras sobre los sistemas que se visualizaban con razas terminales y las características que se deberían mejorar dentro estas para optimizar los sistemas de producción. Luego se llegó a un consenso entre los grupos. Se tomaron sistemas reales semejantes a los propuestos en los talleres. Los objetivos definidos contemplaron las estrategias de mejora que

establecieron los productores presentes en los mismos talleres. Se calcularon los VE de los objetivos de selección definidos con un modelo bioeconómico para razas ovinas carniceras del Uruguay en cruzamiento terminal para dos sistemas de producción.

Los VE fueron desarrollados en Microsoft Excel®, en donde se modelaron los distintos parámetros biológicos y económicos que se describirán a continuación.

8.1.2.1. Descripción de los sistemas de producción

i) Un establecimiento ubicado en el sur del departamento de Lavalleja, propiedad de Jorge Barbosa, Santa Magdalena, que cuenta con una superficie de 885 hectáreas (ha) sobre basamento cristalino. Del total, 277 ha son destinadas a la forestación y el resto se utiliza en ganadería mixta de vacunos y ovinos. En el sistema vacuno se realiza ciclo completo con producción de toros, vaquillonas Hereford dentro del plantel. Dentro del rodeo general se producen novillos y vacas gordas para frigorífico. En el sistema ovino se trabaja con la raza merino Dohne como maternal y se cruza con la raza Texel. El 60 % de los corderos son cruce carnicera y se comercializan con 4 meses de vida y el resto son los puros merino Dohne que se venden a frigorífico a los 7 meses. Las ovejas se encarnaran el 15 de marzo durante 35 días. En el sistema ganadero se utiliza la forestación y el resto del área que tiene un 52 % mejorada entre mejoramientos extensivos sobre campo natural, praderas y verdes anuales. Los corderos cruce carnicera están desde el nacimiento a la faena en pasturas sembradas mezcla gramíneas con leguminosas y se venden con 32 kg en promedio. A este sistema descrito lo llamaremos *sistema semiintensivo* (SSI).

ii) Módulo de producción intensiva de carne ovina desarrollado por el SUL en el campo experimental Centro de Investigación y Experimentación Dr. Alejandro Gallinal (Ciedag). Consta de 56 ha sobre basamento cristalino donde se desarrolla ganadería con ovinos de forma exclusiva, en régimen de ciclo completo, con venta de corderos precoces en dos momentos de venta. La raza maternal es corriedale pro (raza sintética compuesta por 50 % corriedale, 25 % finnsheep y 25 % frisona milchschaft) y se rotan las razas terminales (Ile de France, Texel, southdown y

Hampshire down) en distintos años. El 70 % de los corderos se venden a frigorífico con 4 meses de edad y el resto a los 7 meses. Los corderos que se venden con 4 meses de edad son todos cruza y los que se venden a los 7 meses son puros corriedale pro. La encarnera se realiza de forma escalonada: las ovejas que van con cruzamiento terminal lo realizan a partir del 1 de marzo, y las que van a producir la reposición, el 1 de abril. El sistema de pastoreo se realiza sobre una base de 87 % de pasturas sembradas y 13 % de campo natural. Los corderos cruza carnícera permanecen desde la salida de las parideras (48 horas posparto) hasta la faena en pasturas sembradas mezcla gramínea con leguminosa. El peso vivo previo a la faena es de 32 kg en promedio. A este sistema lo llamaremos *sistema intensivo* (SI).

A continuación (tabla 1), se presenta un resumen de las principales variables productivas de ambos sistemas.

Tabla 1. Variables productivas para los sistemas semiintensivo e intensivo

	Sistema semiintensivo	Sistema intensivo
Uso del suelo	%	%
Campo natural	23	13
Campo natural mejorado	28	0
Praderas permanentes y verdeos	24	87
Forestación	30	0
Indicadores reproductivos		
Fecundidad	135	167
Señalada	105	131
Carga en unidad ganadera	1.23	1.6
Relación ovino/vacuno	0.8	-

8.1.2.2. Identificación de fuentes de ingreso y costos de producción: beneficio económico del sistema

El modelo de ingresos y costos fue relevado durante el ejercicio 2018-2019 en ambos sistemas (tabla 3). Ambos modelos fueron elaborados con base en datos reales recabados de planillas de registros contables existentes en Santa Magdalena y el Módulo de producción intensiva de carne ovina del SUL (MPICO). Para las ventas se tomaron todos los ingresos por concepto de corderos, lana y ovejas de descarte. En el último ítem, se calculó el valor por oveja de descarte para contabilizar las ovejas de consumo. Para el caso de la alimentación, se contabilizaron la suplementación, las pasturas sembradas y las pasturas naturales (tabla 4) estimadas con valor de renta en función de la carga y la producción mensual de pasto⁽¹⁰⁾.

Tabla 3. Identificación de ingresos y costos de producción en los dos modelos propuestos

	Sistema semiintensivo	Sistema intensivo
Ingresos totales	USD	USD
Venta corderos/as	27123	20978
Venta de lana	13477	2223
Venta ovejas descarte	3850	3703
Total ingresos	44.450	26904
Costos totales*		
Esquila	1808	794
Alimentación	2860	13295
Sanidad	1612	1190
Total, costos	26.949	19843
Beneficio económico total	17.501	7061
Beneficio/superficie (USD/ha)	128	123.9
Beneficio/oveja encarnerada	37	23.4

*Los costos incluidos son aquellos directos que intervienen en la variable productiva, aquellos costos indirectos (mano de obra, impuestos, rentas) no fueron tenidos en cuenta, ya que no varían con los cambios en los niveles de producción y, por lo tanto, no influyen en los VE.

Tabla 4. Coeficientes y manejo de los sistemas

	Sistema semiintensivo	Sistema intensivo	
Servicio	15/3	1/3	
Diagnóstico gestación	13/6	30/5	90 días servicio
Esquila preparto	13/7	29/6	30 días parto
Parto	12/8	29/7	
Destete	10/11	27/10	
Faena fecha	25/12	26/11	
Edad	135	120	
Alimentación			
Servicio-diagnóstico		Campo natural	
Diagnóstico-parto		Pradera	
Parto-faena		Pradera	
Prolificidad	1.25	1.41	
Supervivencia parto-destete	0.8	0.9	
Supervivencia destete-faena	0.97	0.96	

Para características fenotípicas y frecuencias necesarias para determinar el ingreso del cordero en Uruguay (tabla 5), se utilizaron los datos generados en la evaluación de Centro de Conexión Texel (CCT) en el establecimiento La Aripuca próximo a la localidad de Tupambaé (Cerro Largo) desde la generación 2008 al 2015 y en el núcleo informativo de INIA Las Brujas de las generaciones del 2018 al 2022. En ambos núcleos se obtuvieron valores para canales *in vivo* y *post mortem*, siempre sobre base pastoril en corderos puros de la raza Texel.

8.1.2.3. Identificación de características que afectan al sistema

Se identificaron las características que, al ser afectadas en ambos sistemas, modifican los valores del modelo bioeconómico (tabla 5). De cada sistema se tomaron las variables que afectan directamente a la fase terminal. **Tabla 5.** Identificación de características que afectan los ingresos y costos

Relación con beneficio económico	Producto o actividad	Características directas
<hr/> Ingresos <hr/>		
Venta corderos/as	Número de animales para la venta	Porcentaje de parición y sobrevivencia Peso de canal, peso al destete directo y materno
	Peso de venta	Tipificación
<hr/> Costos <hr/>		
Alimentación	Alimentación	Consumo de materia seca (corderos y ovejas)
Sanidad	Sanidad y manejo	Carga parasitaria

La tipificación se entiende por la clasificación de las canales en el frigorífico para realizar un sistema de pago diferencial. En este caso, se incluye, ya que afecta los ingresos.

8.1.2.4. Derivación de los valores económicos

Los objetivos definidos fueron peso de canal, calidad de canal y consumo. El consumo se manejó de dos maneras: una es, en el cálculo del valor económico de peso de canal, considerar el costo del incremento de consumo, y la segunda, considerar al consumo como carácter en el objetivo. Los VE se calcularon como incremento en una unidad de producto y como beneficio del sistema. Para calcular el beneficio del sistema, se aplicó el principio de expresiones descontadas (NED), que se aplica para calcular las ponderaciones económicas (PE)⁽¹⁾.

Entonces se define $PE = NED_{VE}$.

El NED_{TFC} representa las expresiones descontadas de los genes del padre en los corderos a la faena penalizados por el tiempo.

$$NED_{TFC} = \frac{1}{2} s_{nd} s_{df} \left(\frac{1}{1+r}\right)^{ra}$$

s_{nd} y s_{df} = coeficiente de sobrevivencia del cordero desde nacimiento-destete (ND) y destete-faena (DF).

$\left(\frac{1}{1+r}\right)^{ra}$ = tasa de descuentos desde la compra de carnero a la faena de su hijo (RA) a una tasa r .

El $\frac{1}{2}$ representa los genes transmitidos por el carnero, de esos sobreviven $s_{nd} \times s_{df}$ a la faena, y el último término es la penalización del momento de compra de carnero a la obtención del beneficio.

Si el interés es expresar el número de expresiones de los corderos a la faena por oveja servida, la expresión será

$$NED_{TFOE} = \frac{1}{2} s_{nd} s_{df} \left(\frac{1}{1+r}\right)^{ra} cn_{oe}$$

cn_{oe} es el número de corderos nacidos por oveja servida que se puede expresar ignorando mortandad de ovejas entre el servicio y la parición y abortos, el coeficiente de parición ($cn_{oe}cn_{oe}$) se puede calcular en función de la fertilidad ($op_{oe}op_{oe}$) y tamaño de camada (cn_{op}):

$$cn_{oe} = op_{oe} \times cn_{op} \quad cn_{oe} = op_{oe} cn_{op}$$

Lo podemos formalizar en dos objetivos de selección que se plantean contemplando dos formas diferentes de contabilizar el consumo: como costo en el aumento del peso de canal (H_1) y como carácter independiente en el objetivo (H_2).

$$H_1 = pe_{pc}VC_{pc} + pe_{conf}VC_{conf} + pe_{cg}VC_{cg}$$

$$H_2 = pe_{pc}VC_{pc} + pe_{cons}VC_{cons} + pe_{conf}VC_{conf} + pe_{cg}VC_{cg}$$

Donde PC, CONF, CG y CONS son los caracteres peso de canal, conformación, cobertura de grasa y consumo, respectivamente. VC es el valor de cría del carácter, y PE, la ponderación económica.

Una vez obtenidos los VE, se calcularon los énfasis relativos para cada objetivo de la siguiente manera:

$$\text{énfasis relativo} = \frac{pe_1 \times \sigma_1}{pe_1 \times \sigma_1 + pe_2 \times \sigma_2 \dots \dots pe_n \times \sigma_n}$$

8.1.2.5. Peso de canal a los 120 días (USD/kg)

Para calcular el VE de peso de canal, se tuvo en cuenta el ingreso sobre un peso de canal determinado. El pago por peso de canal (PC) se realiza con una tabla de precios según un rango de pesos que penaliza a las canales más livianas y pesadas y ubica el rango en el entre 13.01 y 20.0 kg, donde se paga un precio base de USD 4, dos clases entre 8.01 y 13.0 kg y 20.01 y 24.0 kg con penalizaciones de USD 0.8 y, por último, canales por debajo de 8 kg y mayores de 24 kg con penalizaciones de USD 1 por debajo del precio base. Para esto, se asume que el PC se distribuye de forma normal con media μ_{pc} (14.7 kg) y varianza σ_{pc}^2 (2.091 kg²).

El precio promedio (VPCN) va a depender, entonces, de la tabla de precios. Asumiendo que el peso de canal se distribuye de forma normal con los parámetros y los umbrales de peso de beneficios/castigos definidos presentados, es posible calcular las frecuencias de canales en cada intervalo de pesos. Al incrementar el peso de canal promedio, cambian también las frecuencias de las canales en los intervalos de pesos, por ello el valor económico de peso de canal puede ser mayor al valor promedio debido, por ejemplo, a canales livianas castigadas que dejan de serlo.

Para su cálculo se usaron las propiedades de la función de densidad y acumulada de la normal como lo presenta Wilton.

El valor económico del peso de canal para el objetivo 1 es el siguiente:

$$ve_{pc} = \frac{(vpcn_{\mu_{pc}+\Delta} - consumo_{\mu_{pc}+\Delta}) - (vpcn_{\mu_{pc}} - consumo_{\mu_{pc}})}{\Delta}$$

El valor económico del peso de canal para el objetivo 2 es como sigue:

$$ve_{pc} = \frac{vpcn_{\mu_{pc}+\Delta} - vpcn_{\mu_{pc}}}{\Delta}$$

8.1.2.6. Consumo

El cálculo propuesto para consumo incorporado como objetivo específico de selección fue realizado utilizando el programa de simulación de pastoreo ovino (SIPO)⁽¹⁰⁾.

En el programa SIPO, el cálculo de consumo se realiza en dos etapas. En la primera calcula el consumo potencial de acuerdo con las características del animal como la edad, el peso adulto y su estado fisiológico y condiciones meteorológicas asociadas a temperatura, humedad, velocidad del viento. El segundo paso es la determinación del consumo relativo, que es función del consumo potencial y las características de la pastura tanto de calidad como de disponibilidad. Por último, el consumo de alimento se contabiliza en las ofertas de energía y proteína y, por otro lado, se calculan las demandas de los diferentes procesos fisiológicos. El programa necesita determinada información mínima de la pastura: disponibilidad y digestibilidad de la materia seca. Esta información fue extraída de información generada por el proyecto *FPTA316*⁽¹⁰⁾.

El aumento del peso del canal conlleva un aumento del consumo de alimento. Si no se considera este incremento, se estaría sobrevalorando el VE del peso.

El programa usa la función ajustada por la escala alométrica para describir la evolución del peso normal de una hembra (NMAX)⁽²⁾⁽⁷⁾:

$$N_{max} = SRW - (SRW - W_{nac}) \exp\left(\frac{0.0157 A}{SRW^{0.27}}\right)$$

Esta función calcula el peso normal (NMAX) de una hembra con un peso adulto (SRW) a una edad determinada (A) de una raza con un peso al nacer (WNAC).

Se simuló el consumo de una oveja desde el servicio hasta el destete y posterior faena de su progenie contabilizando el consumo de materia seca, su valor y el cambio de peso hasta llegar aproximadamente al peso de faena de la progenie.

Se definió una raza de oveja con un peso de 55 kg para las hembras de tres años y medio de edad, servidas con un carnero de raza terminal con un peso adulto de la hembra de 70 kg. Se asumió aditividad en el peso adulto de la progenie cruce, calculado como el promedio de los pesos adultos de las razas que le dieron origen, $(0.5 \times 55 \text{ kg} + 0.5 \times 70 \text{ kg})$; para un cordero castrado macho, este valor lo multiplicamos por 1.20.

Estos pesos adultos y otros parámetros definieron la curva de crecimiento definida para la madre pura y la progenie cruce⁽²⁾⁽¹⁰⁾.

Para el sistema intensivo, la hembra fue expuesta al carnero desde el 1 de marzo, durante 90 días. Se mantuvo sobre campo natural hasta el diagnóstico de gestación, cuando se cambió la alimentación a una pradera de buena disponibilidad (1901-2000 kg/MS/ha) y calidad (58-60 %). El cordero nació sobre esta pradera y mantuvo esta alimentación posdestete hasta alcanzar aproximadamente los 32 kg, siendo el criterio de terminación de la simulación.

El consumo de pastura se contabilizó diariamente en la madre y progenie. El consumo total de materia seca del cordero hasta el peso de faena es valorizado según lo comentado previamente. El consumo calculado en los VE es el consumo del cordero producto del cruzamiento.

Se utilizaron los parámetros productivos fecha de encarnada, ecografía, esquila, parición y fecha de embarque. En cada período se indicó asignación de forraje.

Luego de la primera simulación bajo las mismas condiciones de alimentación y manejo, se incrementó en un 10 % el parámetro de crecimiento de la curva de Brody y se corrió una nueva simulación utilizando como criterio de finalización la edad de faena del cordero de la primera.

El precio del kilogramo de materia seca se calculó tomando el arrendamiento anual de un campo ganadero publicado por⁽⁶⁾. Para el cálculo de pago mensual, esta renta se dividió sobre la producción mensual de materia seca.

Como resultado, se estimó el costo del consumo del cordero del nacimiento a la faena en las dos situaciones, se utilizó este costo para penalizar el incremento del peso de canal (objetivo 1) y para calcular el valor económico del kilogramo de materia seca consumida (objetivo 2).

8.1.2.7. Tipificación

La metodología de cálculo se basó en la propuesta por⁽¹⁷⁾. Las canales se tipificaron de acuerdo con la clase de conformación (CONF) y de cobertura de grasa (CG) y su valor dependió de estas clases. Se establecieron dos tablas de dos entradas, una con la frecuencia de animales que pertenecen a cada celda de conf-cg (tabla 6) y otra con los precios de cada combinación (tabla 7). La importancia económica de ambos atributos estará en el aumento o disminución del ingreso por cambios en la categoría de tipificación.

La matriz $P_{n_{cg}n_{conf}}$ es una matriz con elementos p_{ij} que representan frecuencias de animales (dichas frecuencias se encuentran en el tabla 6) de i ésima clase de CG y j ésima de CONF. La clase de precios (1.1) es la de mayor valor, es el precio base (c_b), siendo un elemento de la matriz C . Los elementos de esta matriz se pueden expresar con relación a c_b multiplicando por un factor $k_{ij} \leq 1$; estos elementos forman la matriz K

$$C^{cp} = \mu_{pc} vpcn + \mu_{conf} vconf + \mu_{cg} vcg$$

Para los pagos por peso de canal, se utilizó el criterio de pago por tipificación INAC con premios y castigos, como se observa en el tabla 7, recogidos de liquidaciones de productores a frigoríficos nacionales que utilizan la tipificación de INAC en la caracterización de las canales y en el sistema de pago. Se utilizaron los datos

generados en centros de conexión Texel descritos anteriormente para calcular las frecuencias de cada tipificación.

Tabla 6. Frecuencia de corderos faenados según tipificación INAC

	<i>S (1)</i>	<i>P (2)</i>	<i>M (3)</i>	<i>I (4)</i>	<i>SUMA</i>
1	0.083	0.196	0.032	0.000	0.311
2	0.228	0.320	0.004	0.000	0.552
3	0.078	0.055	0.000	0.000	0.133
4	0.003	0.001	0.000	0.000	0.004
	0.39	0.57	0.04	0.000	1.000

Las filas muestran la conformación 1, 2, 3 y 4, y las columnas, la terminación S, P, M e I (ambas descritas en el capítulo de revisión bibliográfica).

Tabla 7. Precios relativos según sistema de pagos por tipificación

	S	P	M	I
4	1.00	1.00	1.00	-
3	1.00	1.00	1.00	-
2	1.00	1.00	1.00	-
1	0.98	0.98	0.98	-

Los precios son relativos al precio base⁽¹⁷⁾ CB = 4 USD/kg en segunda balanza. No se consideró el valor para la categoría I debido a que no se encontraron animales en esa frecuencia.

8.1.2.8. Sensibilidad de los valores económicos

Se realizó un análisis de sensibilidad para comparar los valores económicos (VE) ante distintos escenarios de negocio. En primer lugar, se modelizó un escenario con una mayor bonificación en canales deseadas definidas como las terminaciones 3 y 4, conformaciones S y P, se disminuyó 5 % y 10 % del valor en las canales que se encuentran en conformaciones y terminaciones por fuera de esta preferencia. En segundo lugar, se modificó la escala de pago para los distintos pesos de canal, que

pasó de la estratificación actual a pagar el mismo valor por todas las canales, utilizando el precio base como referencia. En tercer lugar, se modelizó un cambio en la frecuencia de animales dentro de las clases de tipificación, simulando una mayor cantidad de animales en las escalas más bajas de tipificación. En cuarto lugar, se simuló un aumento de un 20 % el valor de la materia seca consumida.

8.1.3. Resultados

Se definieron tres objetivos de selección: peso de canal, calidad de canal y consumo. El consumo se calculó como objetivo independiente en uno y penalizando al incremento de peso de canal. Todo el costo de consumo fue adjudicado al peso de canal sin contemplar costo en terminación y conformación para evitar el doble conteo. Todas las características se calcularon a edad constante de 120 días. Se obtuvieron los VE de las características identificadas (tabla 7) expresados en dólares americanos por incremento en 1 unidad de cada característica (kg, %, gr). En el cálculo de H_1 , se consideró el cambio de peso de canal al aumento en los requerimientos con un incremento en el consumo de pasto. Para calcular las ponderaciones económicas de los distintos sistemas (tabla 8), se calcularon previamente los números de expresiones descontadas para cada uno. Para el caso del sistema semiintensivo, el NED fue de 0.29 y, para el sistema intensivo, el NED fue de 0.37.

Tabla 7. Valores económicos, desvíos estándar aditivos y énfasis relativo para los objetivos de selección expresados por beneficio económico del sistema

Características	H₁	H₂	Desvío estándar aditivo	Énfasis relativo
(Objetivos de selección)	USD/incr. ¹		□ g	%
Peso de canal	4.38	4.50	1.446	99.7
Conformación	0.017	0.017	0.177	0.046
Terminación	0.047	0.047	0.220	0.16
Consumo	-	0.025	0.154	0.094

¹ expresado en USD/incremento en 1 unidad de 1 ejercicio por cordero vendido.

H₁ y H₂ = valores económicos.

Tabla 8. Ponderaciones económicas para los objetivos de selección expresados por beneficio económico del sistema

Características	SSI^{2*}		SI^{3*}	
	H₁	H₂	H₁	H₂
(Objetivos de selección)	USD/incr. ¹		USD/incr. ¹	
Peso de canal	1.270	1.305	1.620	1.645
Conformación	0.005	0.005	0.006	0.006
Terminación	0.014	0.014	0.017	0.017
Consumo	-	0.009	-	0.011

¹ Expresado en dólares/incremento en 1 unidad de 1 ejercicio por oveja encarnerada con carnero terminal.

² Sistema semiintensivo descrito en el capítulo de revisión bibliográfica.

³ Sistema intensivo descrito en el capítulo de revisión bibliográfica.

H₁ y H₂ valores y ponderaciones económicos.

* Cálculos de ponderaciones económicas con base en el número de expresiones descontadas (NED) (NED SSI = 0.29 y NED SI = 0.37) y VE de cada característica.

Los cuatro escenarios para el análisis de sensibilidad fueron realizados únicamente para VE de H₂; para peso de canal, el escenario base fue de 4.5 USD/kg, y el

escenario modificado, de 3.46 USD/kg. Los escenarios para tipificación y consumo se detallan en la figura 1. El valor base expresa los resultados con el escenario actual. El modificado 1 son los valores con cambios en los escenarios de precios y el modificado 2 son cambios en las frecuencias de clases de los animales.

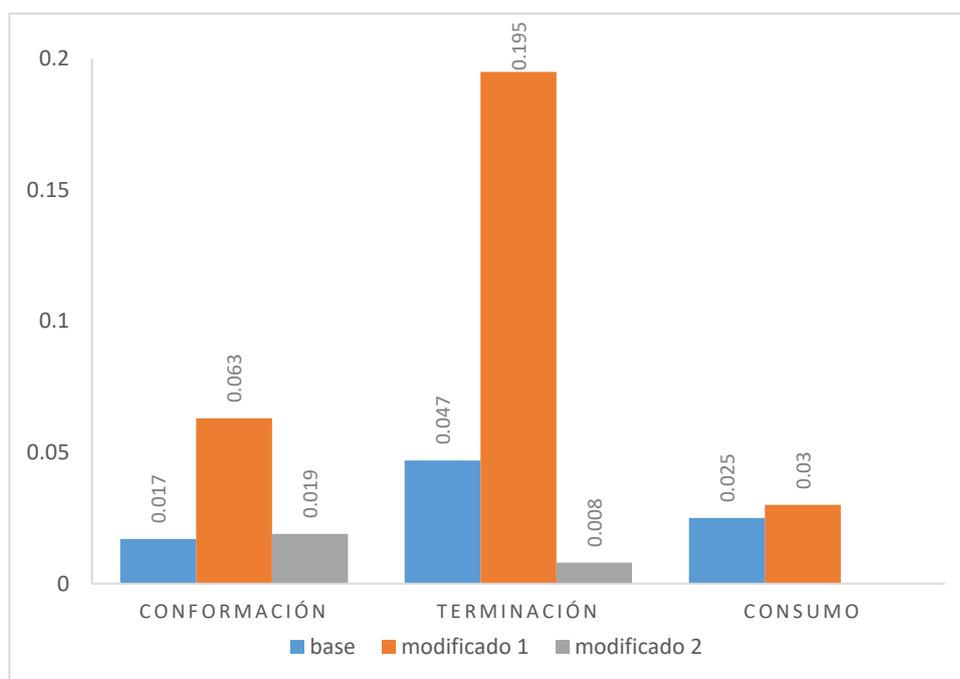


Figura 1. Valores económicos para conformación, terminación y consumo en escenario base, modificado 1 y modificado 2

8.1.4. Discusión

El pago diferencial por peso de las canales afecta el cálculo del valor económico (VE) comparado con pagar a todas las canales al mismo precio. Si el pago es igual, el VE es el precio neto del kilo de canal (3.46 USD/kg); en cambio, cuando se incrementa la media de peso de canal en un sistema de pago diferencial, se mueve también la proporción de canales en los diferentes estratos de peso; por ese motivo, el VE fue superior en este caso.

El énfasis relativo del peso de canal es significativamente superior al resto de los objetivos (tabla 6). Este resultado está relacionado principalmente con el sistema de

pago actual, donde existe un diferencial de precios importante en las diferentes clases de peso de canal, mientras en el peso de canal existen penalizaciones de USD 0.8 y 1 menores que el precio base y en menor medida para las clases de tipificación, siendo todas las clases con igual pago al precio base menos la terminación 1 con USD 0.2 menores que el precio base.

Como se observa en el tabla 7, el VE de peso de canal en dólares por cordero contempla los dos sistemas productivos. Para expresar las ponderaciones económicas, se usó el NED por oveja servida y las PE calculadas fueron de USD 1.305 y USD 1.645 por cordero faenado por oveja servida para los sistemas semiintensivo e intensivo, respectivamente. Una forma de dimensionar las diferencias es trasladar estos valores al ingreso de la venta de un camión de corderos (300 corderos con 14.7 kg de canal). Para el sistema semiintensivo, el ingreso es de USD 5.755, y en el sistema intensivo, de USD 7.254, una diferencia en el ingreso entre ambos sistemas de USD 1.499. Cuando el sistema tiene mejores parámetros productivos, mejor es el beneficio económico por la genética agregada; esto se debe a que el NED de un sistema de cruzamiento terminal donde se venden todos los animales producto de la cruce está influenciado por las características asociadas al nivel de productividad de corderos (fecundidad y sobrevivencia). Majadas maternas que tengan mayor potencial asociado a la genética materna o al manejo podrán aprovechar mejor la inversión en genética superior de los carneros terminales.

En la identificación de ingresos y costos del sistema (tabla 5), la sanidad (parásitos gastrointestinales) se identifica como un costo que afecta a los sistemas ovinos definidos si bien la h^2 es de 0.18²), lo cual nos indica que se puede alcanzar un progreso genético seleccionando animales más resistentes. Desde el punto de vista genético, el aporte a la resistencia a parásitos gastrointestinales en corderos cruce es aportado en un 50 % por el padre que se busca mejorar, el otro 50 % que aporta la madre del sistema proviene de una selección que permanece en el sistema (por medio de la reposición de hembras), lo cual es una mejora acumulativa a diferencia de la mejora en la raza terminal. Si bien se pueden obtener mejoras trabajando desde la raza terminal, seleccionar genéticamente por resistencia a parásitos gastrointestinales

será más efectivo a través de la raza maternal. Según⁽¹⁶⁾ la madurez inmunológica se alcanza entre los 3 y 6 meses de vida y la resistencia completa se alcanza a la madurez, entre los 6 y 9 meses de vida del cordero, edad a la cual el cordero ya no permanece en el establecimiento en este tipo de sistemas. Además de la resistencia genética, la carga parasitaria en los corderos se encuentra determinada por la carga parasitaria del sistema, que aportan principalmente las madres. En ambientes con mayor control parasitario de las madres, la carga parasitaria de los corderos es menor⁽¹¹⁾. Si se trabaja en selección por resistencia de la raza maternal, se influye de forma más significativa en la carga parasitaria del cordero cruzado que incluyendo la resistencia en los objetivos de las razas terminales. Incorporar objetivos de menor impacto en el sistema puede afectar el énfasis relativo de los objetivos de mayor relevancia, como en este caso son el peso de cuerpo, calidad de canal y consumo.

Cuando se comparan los dos factores que afectan a los VE de tipificación (frecuencia y premios por tipificación), se observa una mayor variabilidad si se modifica el sistema de pago que si se modifican los parámetros productivos que determinan la frecuencia de los animales en los grados de terminación y conformación. Para que los VE fueran de mayor relevancia para tipificación, se necesitaría un sistema de pagos que diferencie con mayor amplitud las distintas clases. En el caso del peso de la canal, existe un pago diferencial que permite seleccionar en dirección a las clases de pesos de canal más deseadas por el mercado.

En el escenario de incremento en el valor de la renta, que implicaría un aumento en el costo de la materia seca consumida, se observa una variación del 20 % del VE para consumo. Si bien es un cambio de gran magnitud, sigue sin ser un cambio que modifique demasiado el énfasis relativo en comparación con el objetivo que representa el peso de cuerpo.

8.1.5. Conclusiones

El modelo desarrollado permitió modelar dos sistemas de cruzamiento terminal representativos de las condiciones de Uruguay, identificar los objetivos de selección

y calcular los VE. Permite modificar parámetros productivos y económicos para calcular los nuevos VE, según cambios en las condiciones, condescendiendo orientar las decisiones.

Los objetivos de importancia economía identificados fueron peso de canal, conformación, terminación y consumo de materia seca. Los VE para los objetivos seleccionados permiten mejoras económicas independientemente de los sistemas de cruzamiento terminal. Con un énfasis relativo de 99.7 para peso de canal, las mejoras sobre el peso de canal tendrán un mayor impacto que el resto de los objetivos.

Para lograr un progreso genético orientado, es necesario incorporar los VE a un índice de selección para que se utilice en el programa de evaluación genética ovina del Uruguay y, posteriormente, realizar un entrenamiento de cabañeros y productores para lograr una correcta adopción.

Transparencia de datos

Datos disponibles: Todo el conjunto de datos que respalda los resultados de este estudio se publicó en el propio artículo.

Declaración de contribución del autor

MGP: conceptualización; investigación; análisis formal; metodología; software; visualización; escritura-borrador original

AG: escritura-revisión y edición

GC: recursos; escritura-revisión y edición

DG: supervisión; escritura-revisión y edición

8.1.6. Bibliografía

- (1) Amer PR. Economic accounting of numbers of expressions and delays in sheep genetic improvement. *New Zealand J of Agric Res.* 1999; 42:325–336. <https://doi.org/10.1080/00288233.1999.9513382>.
- (2) Brody S. *Bioenergetics and Growth*. Rheinhold, New York. 1945; 1203 pp.
- (3) Ciappesoni G, Golberg V, Gimeno D. Estimates of genetic parameters for worm resistance, wool and growth traits in Merino sheep of Uruguay. *Live Sci.* 2013;157(13):65–74.
- (4) Ciappesoni G, San Julián R, Navajas E, Gimeno D. Genetic Evaluation of the Texel Breed in Uruguay: I. Carcass Quality Traits. 2014:22–25. <https://doi.org/10.13140/2.1.2762.6888>
- (5) Coronel F. Qué debemos potenciar en los sistemas de producción para hacer más competitiva la producción ovina en los próximos 10 años. Primer Seminario Internacional de Carne Ovina En Uruguay; 2012. Available from <https://www.inia.org.uy/online/site/1025770I1.php>
- (6) DIEA Anuario estadístico. (2023, 20 de noviembre) Available from <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-estadistico-agropecuario-2023>.
- (7) Dickerson GE. Inbreeding and Heterosis in Animals. *Journal of Animal Science*, 1973(Symposium), 1973;54–77. <https://doi.org/10.1093/ansci/1973.symposium.54>
- (8) Freer M, Moore AD, Donnelly JR. The GRAZPLAN animal biology model for sheep and cattle and the GrazFeed decision support tool. *CSIRO Plant Industry Technical Paper*. 2012;1,3. Available from <https://www.apsim.info/wp-content/uploads/2019/09/TechPaperJan10.pdf>
- (9) Gimeno D, Ciappesoni G, ¿Cambio o Mejora? Avances logrados en 10 años de mejora genética Mejora Logro Éxito. IV Seminario Mejoramiento Genético en Ovinos INIA-SUL. 2018. Available from <https://www.youtube.com/watch?v=ayHj9wSlGwY&t=10s>

- (10) Gimeno D, Piaggio L, Sacarsi A, Buffa I, Marichal M, Raimando L, Balduvino P. Desarrollo de un programa de simulación para la toma de decisiones en la planificación alimenticia de sistemas de producción ovina. Serie FPTA-INIA 2012;96. [e-ISBN: 978-9974-38-462-0](#)
- (11) Houdijk JGM. Influence of periparturient nutritional demand on resistance to parasites in livestock. *Parasite Immunol*, 2008;30(2):113–121. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3024.2008.00992.x>
- (12) INAC. Manual de carne bovina y ovina. 2015. Available from https://www.inac.uy/innovaportal/file/2043/1/manual_corregido_2a_edicion.pdf
- (13) Ponzoni R, Newman S. Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. *Anim Prod*. 1989;49:35–47.
- (14) Simm G, Dingwall WS. Selection Indices for Lean Meat Production in Sheep. In *Live Prod Sci* (Vol. 21). 1989.
- (15) Sutherland I, Scott I. *Gastrointestinal Nematodes Sheep and Cattle: Biology and Control*. Wiley-Blackwell, Chichester, UK. 2010; [ISBN: 978-1-4051-8582-0](#)
- (16) Wolfová M, Wolf J. Derivation of economic weights for carcass traits. Workshop Economic weight in cattle. *Lehr un Versuchsanstalt fur Landwirtschaft. Futterkamp* 1994:16-17/2/1994

8.2. Metodología de talleres con las sociedades de criadores

En los talleres con las sociedades de criadores se busca recoger la visión que tienen productores, técnicos e instituciones sobre la orientación en el futuro de la raza. En este sentido, se busca obtener como resultados la visualización en conjunto sobre el rol en los distintos sistemas en los cuales se ve la raza en el país y los objetivos de mejora genética que se pretende seguir por los próximos diez años. Para dichos talleres, se invita a la sociedad de criadores involucrada, productores de dicha sociedad, INIA, SUL, Facultad de Agronomía y de Veterinaria de la Udelar, otros productores interesados y técnicos referentes.

En la metodología de taller se trabaja en siete etapas:

1. Bienvenida-precalentamiento
2. Encuesta previa
3. Nivelación
4. Taller
5. Presentaciones resultado de taller
6. Propuesta final validada por sociedad de criadores
7. Devolución, evaluación

8.2.1. Bienvenida-precalentamiento

Si bien en las primeras oportunidades se realizó esta actividad dentro de una gira de la sociedad de criadores —que, al ser un grupo de pertenencia, se conocen ya de largo tiempo—, cuando se comenzó a realizar esta actividad de forma especial, se integraban personas de fuera de la sociedad. De esta forma, se realizaron algunas dinámicas muy breves de presentación de los participantes donde rápidamente se pretendía romper el hielo y generar una mayor confianza para participar.

Se presentan el programa con sus horarios.

8.2.2. Encuesta previa

Se realiza una encuesta en formato Google Forms para distribuir entre criadores de forma digital, que se utiliza como insumo para nivelar información y para elaborar las preguntas del taller. En los primeros años se realizaba la encuesta *in situ* en papel, por ejemplo, dentro del marco de la gira anual de la sociedad de criadores (como fue el caso de las razas corriedale y merilin en 2011), y se procesaba en el momento para presentarles los resultados a los productores.

La encuesta es la siguiente:

1. Correo electrónico *
2. Marque solo una opción *
 - Productor de majada comercial
 - Productor cabañero
 - Técnico
 - Estudiante
 - Otro
3. Numero de ovejas encarneras en XXXX año en su predio *

Marque lo que corresponde

 - Menos de 200
 - De 201 a 500
 - De 501 a 1000
 - Más de 1000
 - No tengo ovejas

Qué opinión le merece la situación actual en referencia a

(Marque en cada ítem: **1- malo, 2- regular, 3- bueno, 4- muy bueno y 5- excelente**)

4. Mercados de carne ovina *

1 2 3 4 5
5. Mercados de la lana *

1 2 3 4 5
6. Competitividad del ovino frente a otros rubros *

1 2 3 4 5
7. Disponibilidad de tecnologías *

1 2 3 4 5
8. Disponibilidad de recursos humanos (cultura ovina) *

1 2 3 4 5

9. Perspectivas de mediano y largo plazo *

1 2 3 4 5

10. Sensación de inseguridad (abigeato, predadores): 1- ninguna, 2- muy poca, 3- poca, 4-media 5- mucha *

1 2 3 4 5

11. ¿Cómo calificaría al negocio ovino hoy? *

(Marque en cada ítem: 1- malo, 2- regular, 3- bueno, 4- muy bueno y 5- excelente)

1 2 3 4 5

12. ¿Cuál es su intención de invertir en el rubro? *

- Aumentar (*ir a la pregunta 14*)
- Mantener (*ir a la pregunta 13*)
- Disminuir (*ir a la pregunta 13*)

Si la opción marcada es ***mantener*** o ***disminuir***...

13. ¿Cuál o cuáles serían las razones? *

Seleccione todas las opciones que correspondan.

- No quiero asumir riesgos
- No tengo relevo generacional
- No encuentro gente
- Pienso que esta situación no va a durar
- Los otros rubros de mi establecimiento están bien
- Otra/s

Ir a la pregunta 15

Si la opción marcada es ***aumentar***

14. ¿Cuál o cuáles serían las razones? *

Seleccione todas las opciones que correspondan.

Comprar ovinos

Mejorar el manejo

Aumentar la base forrajera

Sustitución de vacunos

Otra/s

¿En cuál sistema de producción visualiza a la raza NNNN en el futuro?

Marque del 1 al 3 en orden de importancia (1- menos, 3- más)

15. Criador, venta de cordero liviano. *
- Menos 1, 2, 3 más
16. Ciclo completo, venta de cordero precoz pesado (tipo SUL) *
- Menos 1, 2, 3 más
17. Ciclo completo, venta de cordero pesado tradicional (tipo SUL). *
- Menos 1, 2, 3 más
18. Ciclo completo, venta de borrego. *
- Menos 1, 2, 3 más
19. ¿Cómo ve posicionada a la oveja NNNN hacia el futuro? *
- (Marque en cada ítem: 1- malo, 2- regular, 3- bueno, 4- muy bueno y 5- excelente)
- 1 2 3 4 5
20. ¿Por qué?
- Indique la principal razón con base en la respuesta anterior.
21. ¿En qué tiene que mejorar la raza hacia el futuro?
- Marque del 1 al 3 en orden de importancia (1- menos, - más)
- ✓ Área del ojo de bife
 - ✓ Condición corporal
 - ✓ Crecimiento (velocidad) a la recría
 - ✓ Eficiencia de conversión
 - ✓ Emisiones de metano
 - ✓ Espesor de grasa
 - ✓ Fácil cuidado
 - ✓ Habilidad materna (comportamiento maternal)
 - ✓ Longevidad
 - ✓ Número de corderos/oveja
 - ✓ Otro (especifique)
 - ✓ Peso adulto
 - ✓ Peso al destete
 - ✓ Resistencia a parásitos gastrointestinales
 - ✓ Robustez
- En razas laneras se incorporan
- ✓ Afinamiento de la lana

- ✓ Cantidad de lana
- ✓ Color de la lana
- ✓ Largo de mecha
- ✓ Número de rizos

8.2.3. Nivelación

La instancia de nivelación se realiza de forma presencial antes del comienzo del taller y busca mostrar, mediante presentaciones de expertos, algunos datos actualizados del rubro ovino y el rol de la raza en cuestión que puedan servir de insumo para la siguiente etapa de discusión del taller. A continuación, se presenta, a modo de ejemplo, la nivelación realizada en el taller Texel 2030 realizado en el año 2016.

— Evaluaciones genéticas Texel: ¿qué hicimos y qué podemos hacer? Gabriel Ciappesoni (INIA), Virginia Goldberg (INIA) y Diego Gimeno (SUL).

— Asociación de marcadores moleculares con caracteres de calidad de la carne y la canal en la raza Texel del Uruguay. Eileen Armstrong (Facultad de Veterinaria, Udelar).

— ¿Qué entendemos por calidad de la canal y la carne? Santiago Luzardo (INIA).

— ¿Se puede agregar valor con el bienestar animal? Marcia del Campo (INIA).

8.2.4. Taller

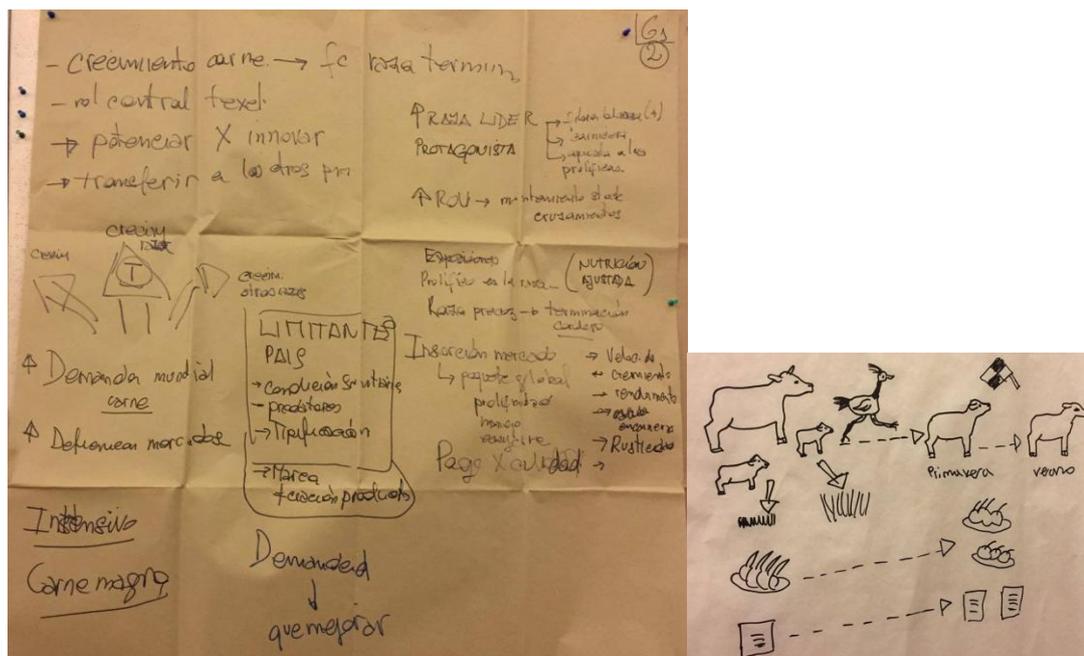
Luego de las presentaciones, se pasa a realizar un taller en donde se asignan grupos de forma arbitraria, balanceando productores, cabañeros y técnicos, para tener una buena distribución. Se les proporcionan materiales (papelógrafo, marcadores, lápices, cintas, papeles de colores, etc.) para poder responder las preguntas en grupo y que puedan ser presentadas al resto de los participantes. En el taller Texel 2030: Delineando el Camino, se plantearon cuatro preguntas; los técnicos eran moderadores y podían asesorar en la discusión, pero las conclusiones debían de salir de los productores. Se motivaba a los participantes a que sean creativos en las

respuestas y se permitía escribir o dibujar los conceptos en cuestión. El tiempo máximo para esta actividad fue de treinta minutos.

Se plantearon las siguientes preguntas:

- 1- ¿Cuál cree que será el rol de la raza en 5-10 años?
- 2- Dado ese escenario, ¿qué características debería tener la raza?
- 3- ¿Cómo le gustaría que fuera la sociedad de criadores en 5-10 años?
- 4- ¿Cómo vería a esa sociedad de criadores en cuanto al relacionamiento con otras instituciones? (investigación, transferencia, academia, industria, otras sociedades de criadores, etc.)

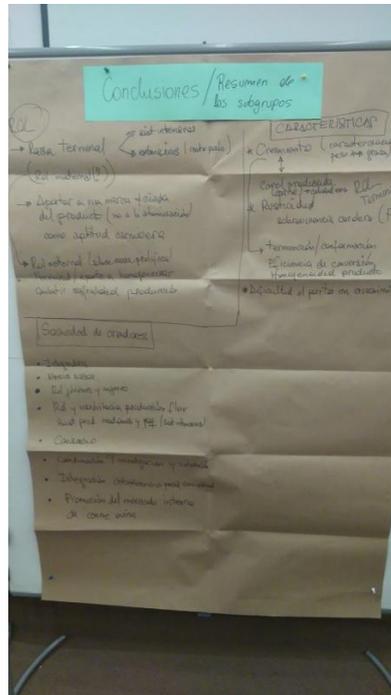
Figura 6 Resultados de los trabajos en grupo realizados en taller con Sociedad de Criadores de Texel en el año 2016.



8.2.5. Presentación resultados del taller

Luego de la dinámica de taller, se asigna un representante de cada grupo para que exponga los resultados de su grupo en no más de cinco minutos.

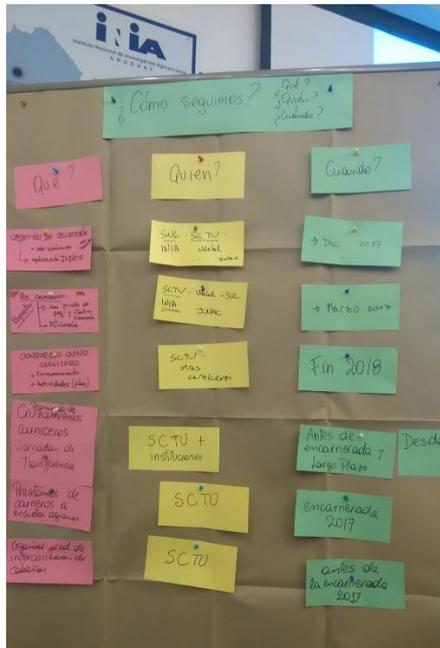
Figura 7 Resumen de los consensos alcanzados luego de los trabajos en grupo realizados en taller con Sociedad de Criadores de Texel en el año 2016.



8.2.6. Propuesta final validada por sociedad de criadores

Al finalizar la actividad, el equipo responsable del taller realiza un informe con una propuesta de trabajo que es validado por la sociedad de criadores (Figura 7). Esta propuesta es simple, planteada de forma de responder a la pregunta ¿cómo seguimos? Con este fin se sigue parcialmente el método Kipling (técnica 5W1H desarrollada por Rudyard Kipling), resumiendo la propuesta en la respuesta a los interrogantes ¿qué? (actividad o producto a desarrollar), ¿quién? (responsable de la actividad, institución y técnicos) y ¿cuándo? (fecha límite para finalizar la tarea).

Figura 8 Propuesta realizada por los técnicos organizadores en base a los insumos recogidos durante el taller con Sociedad de Criadores de Texel en el año 2016.



8.2.7. Devolución, evaluación

La comisión técnica de la sociedad de criadores hace un seguimiento de los temas y tareas comprometidos y se presentan en otras actividades con los productores. En algunas razas se utilizaron de forma directa estos insumos para desarrollar los nuevos índices de selección; en otras, para ajustar o validar los existentes. En algunos casos se realizaron talleres virtuales para terminar de definirlos con los insumos de esta reunión (e. g., merino australiano).

8.3. Estimaciones de heredabilidades y correlaciones

Tabla 1. Estimaciones de heredabilidades y correlaciones genéticas asociadas a calidad de carne ovina. Peso al nacer (PN), peso al destete directo (PDD), peso final (PF), ganancias media diaria (GMD), grasa intramuscular (IMF), espesor de grasa (EG), área de ojo de bife (AOB), grasa en el punto GR (GR) y rendimiento carnicero (LMY)

	PN	PDD	PF	GMD	Peso de carcasa	IMF	EG	AOB	Rack	GR	Conformación	LMY	n	Autor
PN	0.26 ± 0.08												6408	Miar et al. (2014)
	0.22 ± 0.04												9135	Mortimer et al. (2018)
	0.21 ± 0.03													Safari et al. (2005)
	0.19 ± 0.02													Safari et al. (2005)
	0.15 ± 0.02													Safari et al. (2005)
PDD	-0.00 ± 0.74	0.07 ± 0.07											5918	Miar et al. (2014)
		0.14 ± 0.00											1747	Pickering et al. (2011)
		0.20												Santos et al. (2015)
		0.14 ± 0.04											7007	Mortimer et al. (2018)
		0.23 ± 0.02												Safari et al. (2005)
	0.18 ± 0.02													Safari et al. (2005)
PF			0.327										3109	Ciappesoni et al. (2014)
		0.75												Santos et al. (2015)
	0.79 ± 0.46	0.93 ± 0.45	0.38 ± 0.08										5004	Miar et al. (2014)
			0.31 ± 0.06										6082	Mortimer et al. (2018)
			0.32 ± 0.03										13369	Brito et al. (2017)
			0.33 ± 0.02											
		0.29 ± 0.03												Safari et al. (2005)
		0.21 ± 0.01												Safari et al. (2005)
GMD	-0.68 ± 0.70			0.3 ± 0.08									4436	Miar et al. (2014)
Peso de carcasa			0.63		0.483								3109	Ciappesoni et al. (2014)
	0.19 ± 0.84	-0.06 ± 0.05		0.75 ± 0.34									1807	Miar et al. (2014)
		0.4	0.75		0.3									Santos et al. (2015)
	0.16 ± 0.12	0.76 ± 0.08	0.97 ± 0.03										1331	Mortimer et al. (2018)
		0.92 ± 0.02										13089	Brito et al. (2017)	
					0.21 ± 0.06									Safari et al. (2005)
IMF	-0.38 ± 0.34	-0.09 ± 0.12		0.05 ± 0.15									1807	Miar et al. (2014)
	-0.05 ± 0.13	-0.09 ± 0.14	0.02 ± 0.12		0.04 ± 0.15	0.58 ± 0.11							1236	Mortimer et al. (2018)
EG			0.53		0.28								3071	Ciappesoni et al. (2014)
	-0.40 ± 0.11	0.14 ± 0.03	0.23 ± 0.03		0.58 ± 0.11	0.20 ± 0.19	0.11 ± 0.07						2655	Mortimer et al. (2018)
			0.4 ± 0.07				0.28 ± 0.03						9420	Brito et al. (2017)
				0.39 ± 0.32										Safari et al. (2005)
AOB			0.46		0.46	-0.22		0.191					3081	Ciappesoni et al. (2014)
	0.21 ± 0.19	0.37 ± 0.19	0.61 ± 0.14			-0.10 ± 0.21		0.14 ± 0.07					2653	Mortimer et al. (2018)

			-0.09 ± 0.02	0.12 ± 0.02			Safari et al. (2005)
Rack	0.52	0.77	0.25	0.50		420	Ciappesoni et al. (2014)
GR					0.273 ± 0.14	3081	Ciappesoni et al. (2014) Safari et al. (2005)
Conformación			0.93 ± 0.14	0.32 ± 0.04			Safari et al. (2005)
LMY			0.13 ± 0.03	0.27 ± 0.11	0.29 ± 0.02		Safari et al. (2005)
						0.35 ± 0.02	Safari et al. (2005)

8.4. Tabla de resultados planillas Microsoft Excel®

8.4.1. Peso de canal

Tabla 2. Escala de precios base para peso de canal

	Mu	Mu + Delta	VE						
$C^{cp} = V^{pc} p^{pc}$ Resultado	48,41	50,16	4,38						
mu	14,7								
Var	2,091								
sigma	1,446								
$vpcn = vpc \times pcimp - pcflete = 4 \times 0.8856 - 0.087 = 3.46$									
Kilo canal		e	vpcn						
< 8	3,0	8	2,57						
8.01 -13.0	3,2	13	2,75						
13.01-20.0	4,0	20	3,46						
20.01-24.0	3,2	24	2,75						
>24	3,0		2,57						
P									
	e	ei	ei-1	ei	ei-1	P	Proporción	Ccp	48,41
e1	8	0,000		0,000		0,00	0,000	0,000	
e2	13	0,138	0,000	0,120	0,000	1,56	0,120	0,120	
e3	20	0,000	0,138	1,000	0,120	13,14	0,880	0,880	
e4	24	0,000	0,000	1,000	1,000	0,00	0,000	0,000	
	+24	0,000		1,000		0,00	0,000	=	
						14,70	1,000		

¹ Proporciones.

² Clases.

³ Valor de cordero neto.

Tabla 3. Escala de precios con peso de canal incrementado

Delta	0,4	
mu	15,1	
Var	2,091	
sigma	1,4	
Kilo canal	e	
<8	3,00	8 2,57
8.01-13.0	3,2	13 2,75
13.01-20.0	4	20 3,46
20.01-24.0	3,2	24 2,75
>24	3	2,57
k clases, k-1 umbrales		
P¹		
	e²	ei ei-1 ei ei-1 P Proporción Ccp³ 50,16
e1	8	0,000 0,000 0,000 0,00 0,000
e2	13	0,096 0,000 0,073 0,000 0,97 0,073
e3	20	0,001 0,096 1,000 0,073 14,13 0,926
e4	24	0,000 0,001 1,000 1,000 0,01 0,000 VE⁴ 4,50
	+24	0,000 1,000 0,00 0,000
		15,10 1,000

¹ Proporciones.

² Clases.

³ Valor de cordero neto.

⁴ Valor económico.

8.4.2. Consumo

Tabla 4. Fechas de actividades que alteran cambios en ecuación de consumo

Fecha servicio	1/3/2024
Diagnóstico	30/5/2024
Esquila	29/6/2024
Parto	29/7/2024
Destete	27/10/2024

Tabla 5. Resultados de consumo medidos en materia seca (MS), dólares (USD), MS/día, USD/MS y USD/kg

	RAZA MADRE			55	RAZA PADRE			70	CRUZA			62,5
	Consumo (ms)			Consumo (USD)			ms/día					
	Mamon	Posdestete	Cordero	Mamon	Posdestete	Cordero	Mamon	Posdestete	Cordero			
PURO	36	15	51	0,98	0,4	1,38	0,50	0,74	0,55			
CRUZA BASE	39	9	48	1,06	0,22	1,28	0,54	0,95	0,59			
CRUZA CN1_10 %	41	9	50	1,11	0,22	1,33	0,57	0,96	0,61			

	DÍAS			USD/MS		USD/kg
	Mamon	Posdestete	Cordero	Mamon	Posdestete	Cordero
	72	20	92	0,027	0,027	0,027
	72	9	81	0,027	0,024	0,027
	72	9	81	0,027	0,024	0,027

Tabla 6. Resultados de consumo medidos en materia seca (MS), dólares (USD), para los siguientes biotipos: raza pura (puro), cruzamiento (cruza base) y cruzamiento con incremento de 10 % (cruza CN1_10 %)

	CONSUMO (MS)			CONSUMO (USD)		
	Mamon	Posdestete	Cordero	Mamon	Posdestete	Cordero
PURO	36	15	51	0,98	0,4	1,38
CRUZA BASE	39	9	48	1,06	0,22	1,28
CRUZA CN1_10%	41	9	50	1,11	0,22	1,33

	MS/día			días			USD/MS		USD/kg
	Mamon	Post Destete	Cordero	Mamon	Posdestete	Cordero	Mamon	Posdestete	Cordero
0,50	0,74	0,55	0,55	72	20	92	0,027	0,027	0,027
0,54	0,95	0,59	0,59	72	9	81	0,027	0,024	0,027
0,57	0,96	0,61	0,61	72	9	81	0,027	0,024	0,027

Tabla 7. Pesos finales (kg) y edad a faena de cada biotipo (días)

	PESO		FAENA
	Destete	Faena	Edad
PURO	27,9	31,9	110

CRUZA BASE	29,4	31,9	99
CRUZA	31,9	32,8	99
CN1_10 %			

Tabla 8. Valores económicos (USD) y materia seca consumida (MS)

CONSUMO	CRUZA	CRUZACN1	DIFERENCIA
USD	1,28	1,33	0,050
MS	48	50	2
	Valor económico		0,025

Al diagnóstico, se cambia la alimentación a pradera hasta la faena después del destete con aproximadamente 32 kg.

Puro oveja: pura MO y cordero cruza se faena con aproximadamente 32 kg.

Cruza: se faena a la misma edad que el cordero base, pero más pesado (edad, etc.)

Cruza CN110 %: oveja pura MO y cordero cruza con un incremento del 10 % del parámetro de crecimiento de la curva.

Cordero mamon: es el consumo de MS, no de leche, desde el nacimiento al destete.

8.4.3. Tipificación

Tabla 9. Frecuencias de terminación y conformación

	1	2	3	4	
	S	P	M	I	SUMA
1	0,083	0,196	0,032		0,31
2	0,228	0,320	0,004		0,55
3	0,078	0,055	0,000		0,13
4	0,003	0,001	0,000		0,00
	0,39	0,57	0,04	0,00	1,0000

Tabla 10. Frecuencias relativas de terminación y conformación

	1	2	3	4	
	S	P	M	I	SUMA
1	0,083	0,196	0,032		0,31
2	0,228	0,320	0,004		0,55
3	0,078	0,055	0,000		0,13
4	0,003	0,001	0,000		0,00
	0,39	0,57	0,04	0,00	1,0000

P1	FRECUENCIA RELATIVA				CONF
NCG X NCF2	1	2	3	4	
1	0,003	0,001	0,000		
2	0,078	0,055	0,000		
3	0,228	0,320	0,004		
4	0,083	0,196	0,032		
PCF3	0,39	0,57	0,04		
SPCF4	0,39	0,96	1,00		
GCF5	-0,27	1,80			
MKCF06	3,98	3,97	3,93		

¹ Proporción.

² Número de frecuencia de terminación por conformación.

³ Probabilidad marginal de conformación.

⁴ Probabilidad marginal acumulada de conformación.

⁵ Cuantiles de distribución normal de conformación.

⁶ Precios marginales de cada conformación.

Tabla 11. Frecuencias relativas de terminación y conformación

MARGINAL	ACUMULADA	CUANTILES	PRECIO
PCG1	spcg2	gcg3	mkcg04
0,004	0,004	-2,652	4,00
0,133	0,137	-1,094	4,00
0,552	0,689	0,493	4,00
0,311	1,000		3,92
1,0000			
1,0000			
MKCG04			3,98
MKCF05			3,98

¹ Probabilidad marginal de terminación.

² Probabilidad marginal acumulada de terminación.

³ Cuantiles de distribución normal.

⁴ Precios marginales de cada terminación.

⁵ Precios marginales de cada conformación.

Tabla 12. Medias de clase para terminación y conformación

Media por clase			
Cobertura de grasa		mkcg0	3,17
Conformación		mkcf0	1,64

¹ Precios marginales de cada terminación.

² Precios marginales de cada conformación.

Tabla 13. Precios relativos (k) al precio base (CB) y precios en USD (C)

K	cb = 4			Precios		C = cb*K		
	S	P	M		S	P	M	I
	1,000	1,000	1,000	4	4,00	4,00	4,00	
	1,000	1,000	1,000	3	4,00	4,00	4,00	
	1,000	1,000	1,000	2	4,00	4,00	4,00	
	0,980	0,980	0,980	1	3,92	3,92	3,92	

Tabla 14. W = frecuencias relativas por precios relativos

	Frecuencia x precios relativos			cb*W		
W = P#K	0,003	0,001	0,000	0,0120	0,0040	0,0000
Elemento a elemento	0,078	0,055	0,000	0,3120	0,2200	0,0000
	0,228	0,320	0,004	0,9120	1,2800	0,0160
	0,081	0,192	0,031	0,3254	0,7683	0,1254

Tabla 15. Cambios en distribución para cobertura de grasa de izquierda a derecha 0,5

Corro la distribución a la izquierda y derecha en cobertura de grasa		dgcg ¹		0,5					
IZQUIERDA		0	1	2	3	4	5	6	7
	dgmizq²	0,500	0,100	0,020	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000
Cuantil	gczizq³ 1	-3,152	-2,752	-	-	-	-	-	-
	2	-1,594	-1,194	-	-	-	-	-	-
	3	-0,007	0,393	0,473	0,489	0,492	0,493	0,493	0,493
	4								
Frecuencia acumulada	spmizq⁴ 1	0,001	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	2	0,055	0,116	0,133	0,136	0,137	0,137	0,137	0,137
	3	0,497	0,653	0,682	0,688	0,689	0,689	0,689	0,689
	4								
Frecuencia por clase	pcgizq⁵	1 0,001	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	2	0,055	0,113	0,129	0,132	0,133	0,133	0,133	0,133
	3	0,442	0,537	0,549	0,551	0,552	0,552	0,552	0,552
	4	0,503	0,347	0,318	0,312	0,311	0,311	0,311	0,311
	Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DERECHA		0	1	2	3	4	5	6	7
	dgmder⁶	0,500	0,100	0,020	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000
Cuantil	gczider⁷ 1	-2,152	-2,552	-	-	-	-	-	-
	2	-0,594	-0,994	-	-	-	-	-	-
	3	0,993	0,593	0,513	0,497	0,494	0,493	0,493	0,493
	4								
Frecuencia acumulada	spmdr⁸	0,500	0,100	0,020	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000
	1	0,016	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
	2	0,276	0,160	0,141	0,138	0,137	0,137	0,137	0,137
	3	0,840	0,723	0,696	0,690	0,689	0,689	0,689	0,689
	4								
Frecuencia por clase	pcgder⁵	1 0,016	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

pcgder⁹	2	0,261	0,155	0,137	0,134	0,133	0,133	0,133	0,133
	3	0,563	0,563	0,555	0,553	0,552	0,552	0,552	0,552
	4	0,160	0,277	0,304	0,310	0,311	0,311	0,311	0,311
	Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Cobertura de grasa

IZQUIERDA

Media de precios	3,96	3,97	3,97	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Media de frecuencia	3,45	3,23	3,18	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17

DERECHA

Media de precios	3,99	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Media de frecuencia	2,87	3,11	3,16	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17

BASE

Media de precios	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Media de frecuencia	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17

VE variante 1	-	-0,048	-	-0,048	-0,048	-0,048	-0,048	-0,048
	0,047		0,048					

¹Cuantiles de distribución normal de espesor de grasa con desvío 0,5.

²Cuantiles de distribución normal de espesor de grasa con desvío de la media a la izquierda.

³Cuantiles de distribución normal de espesor de grasa con desvío a la izquierda.

⁴Probabilidad marginal acumulada con desvío de la media a la izquierda.

⁵Probabilidad marginal de terminación con desvío de la media a la izquierda.

⁶Cuantiles de distribución normal de espesor de grasa con desvío de la media a la derecha.

⁷Cuantiles de distribución normal de espesor de grasa con desvío a la derecha.

⁸Probabilidad marginal acumulada con desvío de la media a la derecha.

⁹Probabilidad marginal de terminación con desvío de la media a la derecha.

Tabla 16. Cambios en distribución para conformación de izquierda a derecha 0,5

Corro la distribución a la izquierda y derecha en conformación		dgcf ¹		0,5					
Izquierda		0	1	2	3	4	5	6	7
	dgmizq²	0,500	0,100	0,020	0,0040	0,000	0,000	0,000	0,000
Cuantil	gcgizq ³	1	-0,774	-0,374	-0,294	-0,278	-0,275	-0,274	-0,274
		2	1,299	1,699	1,779	1,795	1,798	1,799	1,799
		3							
Frecuencia acumulada	spmizq ⁴	1	0,219	0,354	0,384	0,390	0,392	0,392	0,392
		2	0,903	0,955	0,962	0,964	0,964	0,964	0,964
		3		0,045	0,038	0,036	0,036	0,036	0,036
		4							
Frecuencia por clase	pcgizq ⁵	1	0,219	0,354	0,384	0,390	0,392	0,392	0,392
		2	0,684	0,601	0,578	0,573	0,572	0,572	0,572
		3	0,097	0,045	0,038	0,036	0,036	0,036	0,036
		4							
	Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
DERECHA									
	dgmder⁶	0,500	0,100	0,020	0,004	0,001	0,000	0,000	0,000
Cuantil	gcgider ⁷	1	0,226	-0,174	-0,254	-0,270	-0,273	-0,274	-0,274
		2	2,299	1,899	1,819	1,803	1,800	1,799	1,799
		3							
Frecuencia acumulada	spmdr ⁸	1	0,589	0,431	0,400	0,394	0,392	0,392	0,392
		2	0,989	0,971	0,966	0,964	0,964	0,964	0,964
		3							
		4							
Frecuencia por clase	pcgder ⁹	1	0,589	0,431	0,400	0,394	0,392	0,392	0,392
		2	0,400	0,540	0,566	0,571	0,572	0,572	0,572
		3	0,011	0,029	0,034	0,036	0,036	0,036	0,036
		4							
	Suma	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

CONFORMACIÓN

IZQUIERDA								
Media de precios	3,97	3,97	3,97	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Media de frecuencia	1,88	1,69	1,65	1,65	1,64	1,64	1,64	1,64
DERECHA								
Media de precios	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Media de frecuencia	1,42	1,60	1,63	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64
BASE								
Media de precios	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98
Media de frecuencia	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
VE variante 1	-0,017	-0,016						
USA POR KILO DE PC								

¹Cuantiles de distribución normal de conformación con desvío 0,5.

² Cuantiles de distribución normal de conformación con desvío de la media a la izquierda.

³ Cuantiles de distribución normal de conformación con desvío a la izquierda.

⁴ Probabilidad marginal acumulada con desvío de la media a la izquierda.

⁵ Probabilidad marginal de terminación con desvío de la media a la izquierda.

⁶ Cuantiles de distribución normal de conformación con desvío de la media a la derecha.

⁷ Cuantiles de distribución normal de conformación con desvío a la derecha.

⁸ Probabilidad marginal acumulada con desvío de la media a la derecha.

⁹ Probabilidad marginal de terminación con desvío de la media a la derecha.

Tabla 17. Resumen de resultados para conformación y cobertura de grasa

COBERTURA DE GRASA				0,5			Original	
FRECUENCIA	BASE	IZQUIERDA	DERECHA	PRECIO	4 mas cobert	1		
1	0,4%	0,1%	1,6%	4,00	3		2	
2	13,3%	5,5%	26,1%	4,00	2		3	
3	55,2%	44,2%	56,3%	4,00	1		4	
4	31,1%	50,3%	16,0%	3,92				
	100,0%	100,0%	100,0%					
Media de precio	3,98	3,96	3,99					
Media de frec	3,17	3,45	2,87					
Valor economico de CG	-0,047							
ORIGINAL								
CONFORMACION				0,5			S	
FRECUENCIA	BASE	IZQUIERDA	DERECHA	PRECIO	P		2	
1	39,2%	21,9%	58,9%	3,98	M		3	
2	57,2%	68,4%	40,0%	3,97	I			
3	3,6%	9,7%	1,1%	3,93				
	100,0%	100,0%	100,0%					
Media de precio	3,98	3,97	3,98					
Media de frec	3,17	1,88	1,42					
Valor economico de CF	-0,017							