

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DERIVACIÓN DE VALOR ECONÓMICO PARA CARACTERÍSTICAS DE
PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD EN SISTEMAS LECHEROS DE BASE
PASTORIL**

por

Gabriel Alejandro ROVERE DE MAIO

**TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título de
Magister en Ciencias Agrarias opción
Ciencias Animales**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por:

LAURA ASTIGARRAGA

LAURA PRUZZO

GABRIEL CIAPPESONI

PABLO CHILIBROSTE

Fecha: **6 de Mayo de 2010**

Autor: -----
GABRIEL ALEJANDRO ROVERE DE MAIO

Tutor: -----
JORGE I. URIOSTE

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. (Ph.D) Jorge Urioste por la orientación en este trabajo y por el apoyo para poder terminar esta etapa de formación.

A la Ing. Agr. (Ph.D) Laura Astigarraga por su orientación y apoyo, especialmente en la definición del sistema de producción.

Al Ing. Agr. Mario Fossati por facilitarme el acceso a la información de las carpetas económicas lecheras de FUCREA.

A los compañeros del Departamento de Producción Animal y Pasturas y en especial a mis compañeros del Grupo Disciplinario de Mejoramiento Genético Animal por alentarme y colaborar siempre a cumplir esta etapa.

Finalmente, a mi familia y a todos mis amigos, mi mayor tesoro, fuentes inagotables de energía y felicidad.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1 MARCO DE REFERENCIA.....	2
<u>1.1.1 Marco Externo</u>	2
<u>1.1.2 Descripción y evolución del sector lechero uruguayo</u>	3
<u>1.1.3 Sistemas de registros y evaluación genética en Uruguay</u>	6
<u>1.1.4 Objetivos de selección para sistemas de producción locales</u>	7
2. <u>VALORES ECONÓMICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD EN SISTEMAS LECHEROS DE BASE PASTORIL</u>	11
2.1 RESUMEN.....	11
2.2 SUMMARY.....	12
2.3 INTRODUCCIÓN.....	12
2.4 MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
2.6 BIBLIOGRAFÍA.....	31
3. <u>DISCUSIÓN GENERAL</u>	35
3.1 VARIABLE DE AJUSTE.....	36
3.2 EFECTO DE LOS REEMPLAZOS EN LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA.....	37
3.3 EFECTO DE LA RELACIÓN DE PRECIOS.....	38

3.4 PESO RELATIVO DE LOS RASGOS EN EL OBJETIVO.....	40
3.5 CONCLUSIONES GENERALES.....	45
4. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
5. <u>ANEXOS</u>	55
5.1 INSTRUCCIONES PARA AUTORES REVISTA AGROCIENCIA.....	55

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

N° Cuadro	Página
1. Indicadores técnicos del sistema de producción.....	16
2. Estructura del rodeo (sobre 100 vacas masa).....	17
3. Distribución de partos en el año.....	17
4. Precios y costos del sistema de producción.....	19
5. Ingresos, costos y beneficio para la situación base, beneficio para la modificación de una unidad para las características consideradas y VE para cada característica.....	24
6. VE, VED y VED expresados en desvíos estándar aditivos para diferentes escenarios de precios de concentrado.....	26
7. VE, VED y VED expresados en desvíos estándar aditivos calculados asumiendo MS fija (ajuste de dotación).....	28
8. VE, VED y VED expresados en desvíos estándar aditivos calculados asumiendo que la recria no es parte del sistema.....	29
9. VR% de las características en escenarios contrastantes.	43
10. Peso relativo de las características expresado en porcentaje de la variación total explicada por el subconjunto de características consideradas.....	43
N° Figura	Página
1. Variación de los VED de las características en distintos escenarios de precios del alimento extra para cubrir el incremento marginal de requerimientos del rodeo.....	40

RESUMEN

Derivación de valor económico para características de producción y fertilidad en sistemas lecheros de base pastoril

El objetivo de esta tesis fue calcular el valor económico (VE) de características asociadas a la producción, reproducción y peso vivo adulto, en sistemas de producción lecheros de base pastoril. En el Capítulo I se revisó el marco económico y técnico de los sistemas de producción de leche uruguayos y se revisaron los antecedentes regionales y nacionales de definición de objetivos de selección en sistemas de producción lecheros. En el Capítulo II se definieron los parámetros del sistema de producción y se calcularon los VE para producción de grasa (G), proteína (P), volumen de leche (V), peso vivo final (PV) e intervalo entre partos (IIP). Se analizó la sensibilidad de los VE a cambios en los escenarios de precios. En el Capítulo III se discutieron las implicancias de cambios en los escenarios de producción sobre la definición de los objetivos de selección y las decisiones de selección en el rodeo. Los valores económicos descontados (VED) calculados para el sistema de producción modelado y los escenarios analizados, indican que la característica más importante a mejorar es la producción de proteína y debe lograrse sin aumentar proporcionalmente el volumen. Los resultados son consistentes también en indicar la inconveniencia de aumentar el PV y una importancia relativa menor de G. Los VED para el IIP fueron relativamente menos importantes que las otras características, coincidiendo con todos los antecedentes consultados, pero con un valor significativo que amerita que se siga analizando junto a otras características reproductivas. De acuerdo a los escenarios de precios proyectados VED de $-0,0318$ (V); $0,1723$ (G); $1,4211$ (P); $-0,0834$ (PV) y $-0,0455$ (IIP) resultan apropiados para el desarrollo de índices de selección para ser utilizados por los productores lecheros uruguayos.

Palabras clave: objetivos de selección, intervalo entre partos, peso vivo adulto, raza Holando

SUMMARY

Derivation of Economic Values for Production and Fertility Traits in Pasture-based-dairy Production System

The objective of this thesis was to calculate the economic value (VE) of traits related with production, reproduction and mature live weight in pasture-based-dairy production systems. In Chapter I the economic and technical framework of Uruguayan dairy production systems was examined, and the regional and national background on developing breeding objectives for dairy production systems was reviewed. In Chapter II the parameters of the production system were defined and the economic values of fat yield (G), protein yield (P), volume (V), mature live weight (PV) and calving interval (IIP) were calculated. The sensitivity of the calculated VE's was analyzed considering changes of prices scenarios. In Chapter III the implications of the scenarios changes on the breeding objectives definition and selection decisions in the herd were discussed. For the production circumstances modelled and the scenarios analyzed, discounted economic values (VED) consistently indicated the importance of improving protein yield without increasing the volume proportionally. The results are also consistent in indicating the inconvenience of increasing PV and a lower relative importance of G. Similar to the references reviewed, the VED's of IIP were relatively less important than the other traits but it has a significant value and further analysis considering other reproductive traits should be considered. In accordance with price scenarios predicted, VED of - 0,0318 (V); 0,1723 (G); 1,4211 (P); -0,0834 (PV) y -0,0455 (IIP) are suitable for developing selection indices for Uruguayan dairy farmers.

Key Words: breeding objectives, calving interval, mature live weight, Holstein breed

1. INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético de las poblaciones animales comerciales tiene como objetivo general producir nuevas generaciones de individuos que se adapten mejor que las actuales a las futuras circunstancias ambientales, económicas y sociales de producción (Groen, 1989). Esto conlleva pronosticar las necesidades y demandas futuras de los consumidores y que tipos de sistemas de producción cumplirán con ellas.

En Uruguay, el mejoramiento genético animal aplicado a las poblaciones comerciales ha evolucionado desde la selección por pedigrí y juicios individuales subjetivos aplicados a algunos animales, al uso progresivo de valores genéticos predichos a través de metodología estadística sofisticada aplicada a medidas objetivas individuales registradas en la población. Sin embargo, el desarrollo formal y metodológico de estrategias y programas de mejora genéticas ha tenido un desarrollo menor y no existen antecedentes en los sistemas lecheros.

El primer paso en el diseño de un programa de mejora consiste en definir cuáles son sus objetivos (Danell, 1980), identificando los rasgos biológicos que inciden en el beneficio económico de un sistema de producción y definiendo la ponderación de cada uno de ellos al momento de la selección de los animales. Los antecedentes nacionales en sistemas lecheros indican que los valores económicos para producción de proteína y grasa son positivos, en tanto que para el volumen de leche y el peso vivo final los valores económicos son negativos (Rivero, 2004).

Esta tesis se realiza en el marco de las actividades establecidas en el Convenio ARU-INML-FAGRO-INIA-SCHU¹ y tiene como objetivo actualizar el cálculo de los valores económicos de los rasgos de producción y peso vivo y calcular valores económicos para rasgos reproductivos. Se presentan tres capítulos, el primero revisa el contexto en el que se desarrollan los sistemas de producción lecheros, en el segundo se

¹ El Convenio entre la Asociación Rural del Uruguay (ARU), el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero (INML), la Facultad de Agronomía (FAGRO), el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y la Sociedad de Criadores de Holando del Uruguay (SCHU) administra el Sistema Nacional de Registros y Evaluaciones Genéticas de Ganado Lechero.

presenta el cálculo de los valores económicos y en el tercero se discuten las implicancias de los resultados obtenidos y los desarrollos futuros.

1.1. MARCO DE REFERENCIA

Este capítulo es una introducción al cálculo de los valores económicos en el cual se describe el marco externo en el cual se insertan los productos de los sistemas de producción lecheros. Se revisa la evolución de la cadena de producción lechera y se describen las actuales circunstancias de producción y las principales características de los sistemas de producción para los cuales se calculan los valores económicos. Se revisa el desarrollo de los sistemas de registros y evaluación genética del país y se revisan los antecedentes de estudios de objetivos de selección en Uruguay y en la región.

1.1.1. Marco externo

Desde mediados de la década del setenta la cadena agro-industrial láctea apostó a insertarse en el contexto internacional y se transformó en una cadena agro-industrial crecientemente volcada a la exportación. A pesar de los fuertes altibajos de los precios internacionales, Uruguay mantiene una fuerte vocación exportadora de productos lácteos (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2009b).

En el año 2009 el índice de precios de la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) para los productos lácteos cayó un 52 %, alcanzando los niveles más bajos de los últimos cinco años (FAO, 2009). La contracción de las economías ha llevado a bajas repentinas y pronunciadas de los precios y los mercados se han visto afectados por una demanda vacilante frente a la pérdida de poder adquisitivo. Ante estas circunstancias, nuevamente se reanudaron las subvenciones a las exportaciones, agravando las distorsiones de precios de los mercados de exportación (FAO, 2009).

A pesar de las incertidumbres actuales acerca de la economía mundial, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos pronostica una recuperación de los precios de los productos lácteos al nivel global para el 2010. El pronóstico se basa en la perspectiva de una recuperación de la economía, especialmente en Asia, un pronóstico de menor producción a la prevista en Oceanía y en la retracción de las subvenciones a la producción en la Unión Europea (Estados Unidos de Norte América. United States Department of Agriculture, 2009).

1.1.2. Descripción y evolución del sector lechero uruguayo

Las últimas estadísticas oficiales indican que el subsector lechero utiliza el 5,17 % (849.000 ha) de las 16,4 millones de ha destinadas a la producción agropecuaria. Dicha área se divide en 4.600 establecimientos que produjeron en el último ejercicio agrícola 1.738 millones de litros de leche. El 75,5 % de los productores (3.474) remiten su producción a plantas industriales, las cuales recibieron en el último ejercicio agrícola 1.531 millones de litros, de los cuales aproximadamente el sesenta por ciento se destinó a productos de exportación. En términos económicos, este subsector explica, con pequeñas variaciones entre años, en el entorno del 10 % de la producción agropecuaria total (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2009a).

Esta realidad es la síntesis de un subsector que ha crecido y evolucionado en forma sostenida y que ha sido tomado como ejemplo de crecimiento dinámico y sostenido en la base productiva y en articulación con la fase agroindustrial, que se ubica hacia delante de la misma (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2003). El fuerte crecimiento productivo en la década de los noventa impulsó a la cadena agroindustrial láctea a destinar porcentajes crecientes de sus productos a la exportación. En 1998, Brasil, principal destino de las exportaciones de lácteos uruguayos, devaluó fuertemente su moneda, provocando una distorsión importante en las exportaciones de lácteos uruguayos. El precio recibido por el

productor durante 1998 registró una de las mayores caídas en más de una década (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, 1998). A partir de 1999, a la caída del mercado brasilero se le unen condiciones climáticas adversas que llevan a que se registren las primeras variaciones negativas de la producción. A los problemas climáticos, en 2001 se suma el reingreso de la aftosa al país en 2001, afectando negativamente a la producción y a las exportaciones, generando incertidumbre en el sector primario. A partir de ese momento, el deterioro en los precios recibido por el productor comprometió el ingreso económico de las explotaciones y redujo su capacidad de inversión, teniendo como consecuencias un aumento en el grado de endeudamiento de muchos productores. La devaluación de julio 2002 agudizó la crisis, incrementando los costos en dólares, cayendo el precio al productor de la leche industria a su menor valor histórico (7.3 centavos de dólares corrientes en setiembre de 2002). Es así que manteniendo los niveles de producción alcanzados a fines de los noventa, el sector lechero nuevamente reajusta su base productiva, con productores que abandonan el rubro (o el propio sector agropecuario) y un aumento en la escala de producción de los que subsisten (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2003).

Superada la crisis financiera del 2002, se constata un aumento paulatino en los precios internacionales de los productos lácteos, incluidos los productos que el Uruguay exporta que son fundamentalmente leche en polvo y quesos, considerados *commodities*, en los mercados internacionales. Unido a la mejora de los precios recibidos al productor, la aplicación de instrumentos financieros (Fondo de Financiamiento a la Actividad Lechera en 2002) para solucionar el endeudamiento del sector y el pronóstico de una época de buenos precios, motivó una rápida respuesta del sector primario.

Los mercados internacionales alcanzaron precios históricamente altos en 2008 y esto tuvo su correlato en los precios pagados por la industria al productor (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2009b). El sistema de producción se intensificó, alcanzando niveles históricos de producción; sin embargo, los lácteos han sido una de las materias primas alimenticias más afectadas por

la burbuja de precios que colapsó en 2008 transmitiendo una significativa volatilidad en los valores de los mercados con la consecuente distorsión en las cadenas productivas (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2009b).

Entre crisis y bonanzas de precios, al final de los últimos 10 ejercicios se observa un nuevo crecimiento de la producción total de leche de 17 % basado en un nuevo incremento en la productividad individual y por superficie, dado que el incremento del stock lechero fue de solo un 2 % y se constata una reducción de casi 24 % del área destinada a lechería. A pesar de las dificultades circunstanciales, en los últimos 20 años el aumento de la leche remitida a planta ha sido casi permanente y sólo en tres momentos (2000, 2003 y 2007) se constataron caídas respecto al volumen inmediato anterior, mientras que nunca ocurrieron descensos en dos años consecutivos. Esto parece reafirmar la idea de que buena parte de la eficiencia de la cadena descansa en la eficiencia de producción del sector primario y el aumento de la producción ha ido de la mano del cambio técnico que ha tendido a consolidarse en el largo plazo, a pesar de presentar un elevado grado de heterogeneidad de adopción (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2003). Este cambio técnico se ha vinculado principalmente con: la rotación forrajera, aumentando la cantidad y calidad de la materia seca producida; la producción y utilización de reservas forrajeras, el uso de concentrados, el aumento de la dotación de vacas masa por hectárea y el uso del potencial genético de los animales (Durán y La Manna, 2007).

El país ha tenido tradicionalmente altos niveles de consumo de lácteos, estimándose el consumo para el año 2008 en 211 litros por persona por año (Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2009b). Para el mismo año, FAO (2009) estima en 246 y 65,5 litros por persona por año el consumo en los países desarrollados y subdesarrollados, respectivamente.

Un proceso de crecimiento como el descrito en un país con un mercado doméstico pequeño y un consumo de lácteos estabilizado ya a altos niveles, tiene como destino la exportación. En este contexto, producir leche a bajo costo es una premisa

importante y la estrategia genética tiene que estar dirigida a preservar y aumentar la competitividad del rodeo nacional.

1.1.3. Sistemas de registros y evaluación genética en Uruguay

A finales del siglo XIX, Uruguay ya contaba con libros genealógicos y se empezaba a crear una cultura de registro genealógico y productivo. En 1939 se establece la primera oficina de Control Lechero dependiente del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Cincuenta años después, a fines de los ochenta, se debate acerca de la cobertura y calidad de los sistemas de control lechero, evaluación genética y programas de mejora genética lechera, cuando la selección de los toros a usar en los rodeos comerciales aún se realizaba exclusivamente en base a la mejor lactancia de su madre (Salvarrey y Cardozo, 1991). En 1992, la Asociación Rural del Uruguay (ARU), realiza una primera evaluación genética para la raza Holando, utilizando predicciones BLUP a partir de un modelo padre. En 1994, el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero (INML) junto con la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (FA) desarrollan la primera evaluación genética que utiliza un modelo animal (Rovere, 2007).

En 1997 primero y luego en 1999, se firman acuerdos entre la ARU, el INML, la Facultad de Agronomía y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), con el objetivo de mantener y desarrollar las evaluaciones genéticas y programas nacionales de mejora para el ganado lechero, con énfasis en la raza Holando, principal raza de leche utilizada en el país (Ravagnolo *et al.*, 2004a).

En 1995 se establece el Sistema Nacional de Calidad de la Leche (SNC) y en 1997 se introduce al SNC al sistema de pago al productor. Ese sistema promovido inicialmente por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, pasó a ser liderado por el sector privado, especialmente la industria. A la clasificación a través de recuento microbiano y conteo de células somáticas establecido en el SNC se le adicionó el pago por proteína en la leche destinada a industria (Uruguay. Ministerio de Ganadería,

Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, 1997). Este cambio en el sistema de pago de la industria promovió un aumento en el número de análisis de muestras individuales que permitió, a partir de 2003, la realización de evaluaciones genéticas para producción de grasa y proteína, las características de mayor valor en el pago a los productores uruguayos (Ravagnolo *et al.*, 2004a).

En este marco institucional se han venido desarrollando y actualizando los procedimientos de las evaluaciones genéticas. Estimaciones de los niveles de consanguinidad (Aguilar *et al.*, 2000), mejoras en la edición de datos y modelo estadístico, definición de grupos genéticos, estimaciones de parámetros genéticos e incorporación de nuevas características a la evaluación genética son aportes desarrollados en este marco de trabajo (Aguilar *et al.*, 2002; Ravagnolo *et al.*, 2004b; Ravagnolo *et al.*, 2006).

La edición 2009 de la evaluación genética de la raza Holando analizó 699.449 lactancias para producción de leche, de las cuales 170.547 contaron con información validada para producción de grasa y 132.991 para producción de proteína. En base a esta información y a 38.134 calificaciones morfológicas se publica la valoración genética de 825 padres nacidos en los últimos veinte años que cumplen con los criterios de publicación mínimos (al menos 10 hijas en 3 rodeos y una repetibilidad mayor o igual a 0,6). El 72 % de estos padres fueron extranjeros predominando aquellos provenientes de Estados Unidos y Canadá (Evaluación Genética Nacional – Raza Holando – 2009).

1.1.4. Objetivos de selección para sistemas de producción locales

Con la creciente dependencia de los precios externos, la competitividad de la cadena lechera uruguaya ha descansado en la producción eficiente de leche de bajo costo. En este sentido la eficiencia de los sistemas de producción ha sido determinante. En sistemas de producción donde el pastoreo aporta entre el 60 y 70 % de la materia seca consumida por los animales y un 20 a 25 % lo aportan reservas que han evolucionado del heno hacia los ensilajes (Artagaveytia y Giudice, 2005), la eficiencia

del componente animal es un componente sustancial de la eficiencia económica y productiva de la fase primaria. El rodeo lechero se ha mantenido estable desde comienzos de los noventa, fluctuado entre las 350 y 400 mil vacas masa, mayoritariamente de raza Holando y su eficiencia de producción en el largo plazo depende de la calidad genética en rasgos biológicos relevantes para la competitividad económica de los sistemas de producción. En este sentido, la razón principal para desarrollar programas de mejora genética es la de aumentar el beneficio global de las empresas a las que está dirigido.

Los sistemas de registros y evaluación genética son un paso en el desarrollo de un programa de mejora. Desde el punto de vista genético, posibilitan la estimación de los valores de cría de los animales a ser seleccionados. Sin embargo, la mejora de la eficiencia económica de las poblaciones comerciales depende de que los valores de cría estimados estén relacionados genéticamente con las características económicamente relevantes en la definición del beneficio económico de los sistemas de producción para los cuales se aplica la selección. Existe consenso en que el primer paso en el diseño de un programa de mejora es definir cuáles son sus objetivos (Miller *et al.*, 1979; Danell, 1980; James, 1982; Harris *et al.* 1984; Ponzoni, 1992; Goddard 1998). Hazel (1943) introdujo el concepto de genotipo agregado o mérito genético total en la selección animal y diversos autores han debatido y aportado acerca del método a seguir para la definición de los objetivos de selección (Goddard, 1998), acerca de cómo definir el beneficio (Smith *et al.*, 1986), la incidencia de las circunstancias productivas en la definición de los objetivos (Groen, 1989), e incluso si la definición de los objetivos de selección debe ser desde una perspectiva económica o solo biológica (Goddard, 1998). En la mayor parte de los aspectos mencionados se ha arribado a consensos razonables y la formulación de objetivos de selección es un área donde la perspectiva biológica se ha enriquecido de la teoría económica y de la modelización de sistemas. Amer (2006) revisa las principales metodologías y herramientas que actualmente están disponibles para la formulación de objetivos de selección, destacando ventajas y dificultades de las más relevantes, recomendando cautela en el uso de metodologías complejas y sugiriendo

desarrollar funciones de beneficio, relativamente sencillas pero completas, que permitan ir abordando las complejidades propias de cada característica considerada.

La mejora genética del rodeo lechero es una vía de mejora aparentemente lenta pero es acumulativa y explica la diferencia en la eficiencia de producción de las poblaciones en el largo plazo. Ganancias genéticas anuales de 0,1 a 0,2 desvíos estándar genéticos son alcanzables con programas de mejora genética disciplinados y bien estructurados (Weller, 2007). En EUA, la mejora genética es responsable del 90% del incremento en producción de proteína observado en el reciente cambio de base de la evaluación genética para Holstein y la misma constatación se realiza para otras características productivas y otras razas (Van Raden *et al.*, 2010). Los valores económicos de las características están influenciados por los precios de los productos, de los insumos y de los factores de producción. Las variaciones existentes tanto en los precios absolutos como en los relativos entre regiones, países y aún entre diferentes productores ameritan el cálculo de los valores económicos a nivel local y su revisión periódica. Estas variaciones pueden conducir a valores económicos para las características particulares para cada situación y/o a la consideración de características diferentes en la función objetivo. Estas variaciones se traducen en distintos énfasis de selección en los esquemas de mejora que los utilizan. Estas diferencias son mayores cuando se comparan sistemas pastoriles y sistemas confinados (Miglior *et al.*, 2005), sistemas con y sin cuotas de producción (Goddard, 1998) o sistemas que abastecen mercados de leche fluida y sistemas cuya producción se destina a la elaboración de leche en polvo o a la industria quesera (Van Raden, 2010).

En nuestra región, Madalena (2000a) derivó los valores económicos para dos sistemas de pago diferentes dentro de Brasil obteniendo para un caso que el valor económico de la producción de grasa y de proteína fue negativo y para el otro ambos componentes tomaron valores positivos, en tanto que el volumen presentó valores positivos en ambos sistemas de pago. Madalena (2000b) discute el efecto del sistema de precios que la industria paga al productor sobre la derivación de valores económicos y la importancia de evaluar los escenarios de precios futuros en donde se desempeñaran los

animales obtenidos de las decisiones de selección actuales. Pruzzo *et al.* (2003) derivaron los valores económicos de la producción de grasa, de proteína y del volumen de leche para sistemas pastoriles argentinos y analizaron la sensibilidad de estos valores a distintos escenarios de relaciones de precio y de niveles de producción. A diferencia de lo obtenido por Madalena (2000a), los valores económicos para producción de proteína y de grasa fueron positivos y ligeramente negativo para volumen en todos los escenarios analizados. Si bien el peso relativo de los valores económicos cambia en los diferentes escenarios, la proteína presentó siempre el mayor valor económico absoluto y relativo.

En Uruguay, Rivero (2004) aplicando la metodología propuesta por Ponzoni (1992) y utilizada en el país para la definición de objetivos de selección en ganado de carne (Urioste *et al.* 1998), desarrolló una función de beneficio para sistemas lecheros remitentes a planta industrial considerando las características relacionadas a la producción de leche y carne. Los valores económicos obtenidos fueron positivos para la producción de proteína y para la producción de grasa y negativos para el volumen de leche y para el peso vivo en todos los escenarios de precios analizados por la autora para estos sistemas de producción. La proteína fue la característica con mayor valor económico relativo en todos los escenarios, excepto en aquellos donde el precio del producto era bajo y el precio del alimento alto, en los cuales el peso relativo mayor correspondió al valor económico relativo del volumen. Los valores económicos de la grasa fueron positivos en todos los escenarios; el peso vivo adulto presentó valores negativos en todos ellos, aunque siempre con un peso relativo pequeño comparado con el resto de las características.

Aun cuando la estrategia de mejora genética fuera la importación de genética como hasta el presente, es relevante definir cuáles son las características económicamente relevantes y que énfasis deben recibir al momento de seleccionar los padres para los sistemas de producción uruguayos. La exposición a los precios internacionales que tiene la cadena láctea uruguaya, obliga a los sistemas de producción a enfrentar precios relativos de productos e insumos muy variables resaltando la importancia de formalizar una revisión periódica y metodológica de los valores

económicos de las características incluidas en la función de beneficio de los sistemas de producción lechera uruguayos.

2. VALORES ECONÓMICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE PRODUCCIÓN Y FERTILIDAD EN SISTEMAS LECHEROS DE BASE PASTORIL²

2.1. RESUMEN

Se calcularon los valores económicos para producción de grasa (G), proteína (P), volumen de leche (V), peso vivo final (PV) e intervalo entre partos (IIP) para un sistema de producción lechero remitente a planta. Se simuló un consumo de 5 t de materia seca por vaca y por año (55 % pastura, 22,5 % silo y 22,5 % concentrado). Los valores económicos descontados (VED) fueron - 0,0318 (V); 0,1723 (G); 1,4211 (P); -0,0834 (PV) y -0,0455 (IIP). Se analizó la sensibilidad de los VED en diferentes escenarios de precio del concentrado, en sistemas con y sin cría de reemplazos y asumiendo fijo el alimento disponible. Los VED para V, G y P presentaron mayor sensibilidad a los cambios de precios del concentrado, mientras que los VED para PV e IIP presentaron mayores variaciones en los escenarios con materia seca fija y sin crianza de los reemplazos dentro del sistema de producción. Los VED para V siempre fueron negativos, los VED para G varían desde valores positivos a negativos con el aumento de precio del concentrado, los VED para P fueron siempre positivos y los de mayor valor absoluto. Cuando los VED se ponderaron por el desvío estándar aditivo de las características, los VED de V resultaron los de mayor peso relativo y los VED de PV presentaron una importancia relativa similar a la de P en los escenarios con precios de alimento más alto, en ambos caso con valores negativos.

Palabras clave: objetivos de selección, intervalo entre partos, peso vivo adulto, raza Holando

² Autores del Artículo: Rovere, G. ; Astigarraga, L., Urioste, J.I.
Dpto. Producción Animal y Pasturas. Facultad de Agronomía. UdelaR

Economic Values for Production and Fertility Traits in Pasture-based-dairy Production Systems

2.2. SUMMARY

Economic values were calculated for fat yield (G), protein yield (P), milk yield (V), mature live weight (PV) and calving interval (IIP) for a representative dairy production system of Uruguay. A consumption of five tons of dry matter per cow per year was assumed (55% pastures, 22.5% silage and 22.5% concentrate). The discounted economic values (VED) were – 0.0318 (V), 0.1723 (G), 1.4211 (P) -0.0834 (PV) and -0.0455 (IIP). The sensitivity of the VED was analyzed under different scenarios of concentrate prices, with and without raising the replacements within farm and in a fixed dry-matter-input scenario. The VEDs for V, G and P had greater sensitivity to concentrate price changes, while VEDs for IIP and for PV showed more sensitivity to fixed-dry-matter-input scenario and without raising the replacements in the farm. The VED for V were always negative, that for G changed from positive to negative values with the increase of concentrate price, and the VED for P were always positive and with the highest absolute value. When the VEDs were weighted by the additive genetic standard deviation of the traits, in scenarios with higher concentrate prices, the VED for V was the highest and negative and the VED for PV was negative and similar to relative VED for P.

Key Words: breeding objectives, calving interval, mature live weight, Holstein breed

2.3. INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años el Uruguay ha duplicado su producción lechera transformándose en un país crecientemente exportador de productos lácteos (Uruguay).

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias, 2009). La competitividad de la cadena agroindustrial láctea se ha fundado en la eficiencia de producción del sector primario (Hernández, 2002), siendo un componente principal de éste la eficiencia del componente animal. La eficiencia del rodeo, en el largo plazo, está asociada a su potencial genético en los rasgos biológicos económicamente relevantes para el sistema de producción. El país, manteniendo una posición de resguardo del status sanitario, ha tenido una política abierta de intercambio genético. En la edición 2009 de la evaluación genética de la raza Holando, el 72 % de los padres publicados fueron extranjeros predominando aquellos provenientes de Estados Unidos y Canadá (Evaluación Genética Nacional – Raza Holando – 2009). Sin embargo, las fuertes fluctuaciones de los precios de productos e insumos en la última década han motivado la revisión de los sistemas de producción y desde el punto de vista genético puede implicar cambios en los criterios de selección a aplicar o en el énfasis relativo que a cada uno de ellos debiera darse.

Las circunstancias productivas determinan los valores económicos de las características que inciden en el beneficio económico de las empresas lecheras (Groen, 1989) y en la ponderación de los criterios de selección utilizados. En la región, Madalena (2000), Vercesi *et al.* (2000), Martins *et al.* (2003) y Cardoso *et al.* (2004) presentan valores económicos para sistemas de producción pastoriles tropicales de Brasil. En estos trabajos, salvo para el caso del sistema de precios del estado de Paraná (Madalena, 2000), los valores económicos de los componentes de la leche fueron negativos y positivos para el volumen de leche, demostrando el efecto del sistema de pago de leche sobre los potenciales programas de mejora. En el caso del peso vivo de los animales, los valores económicos fueron de moderadamente negativos a ligeramente positivos (Cardoso *et al.*, 2004). Vercesi *et al.* (2000) y Martins *et al.* (2003) derivaron los valores económicos considerando el beneficio como la diferencia entre ingreso y costos y también como la razón entre ingresos y costos, obteniendo valores económicos relativos similares en ambas situaciones. En los casos que se consideran características asociadas a aspectos reproductivos, estas presentan valores económicos relativos

importantes con respecto a los valores económicos de las características de producción (Cardoso *et al.*, 2004).

Pruzzo *et al.* (2001) derivaron los valores económicos para proteína, grasa y volumen en sistemas de base pastoriles templados argentinos con sistemas de pago basados en el contenido de grasa y proteína. El mayor valor absoluto y relativo estandarizado fue el valor económico de la proteína, en tanto que el valor económico del volumen fue siempre pequeño y de signo negativo, encontrando que los valores económicos son afectados por los niveles productivos medios y la relación de precio entre grasa y proteína.

Siguiendo la metodología propuesta por Ponzoni (1992) y utilizada en el país para la definición de objetivos de selección en ganado de carne (Urioste *et al.* 1998), Rivero (2004) derivó valores económicos para volumen, producción de grasa, proteína y peso vivo para sistemas de producción de base pastoril uruguayos. La autora analizó la sensibilidad de los valores económicos a cambios en los precios del alimento y a cambios en la relación de precios entre grasa y proteína. Los valores económicos para volumen y para peso vivo tomaron valores negativos, mientras que la grasa y la proteína presentaron valores económicos positivos, siendo el valor económico relativo de la proteína superior al de la grasa en todos los escenarios estudiados. Estos resultados concuerdan con los presentados para sistemas donde los sistemas de pago están basados en los sólidos de la leche (Groen, 1989; Gibson, 1989; Charffeddine y Alenda, 1998; López-Villalobos *et al.*, 2000; Pruzzo *et al.*, 2001; Vargas *et al.*, 2002; Pérez-Cabal *et al.*, 2006, Wolfová *et al.*, 2007).

Siguiendo dicha línea de desarrollo, el objetivo de este trabajo fue adecuar el modelo desarrollado por Rivero (2004) a las actuales circunstancias de producción e incorporar rasgos relacionados a la reproducción a la función de beneficio y derivar su valor económico para las circunstancias de producción definidas.

2.4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se modelaron los ingresos y los costos de un sistema de producción de leche cuyo objetivo es la remisión a la industria exportadora (80 % leche en polvo y quesos). Para su modelación se consideró la información económica y productiva promedio de las carpetas de registro económico de la Federación Uruguaya de Grupos CREA (FUCREA), en los ejercicios económicos 2003/04 a 2008/09 y los resultados económicos de los ejercicios 2001/02 a 2007/08 del monitoreo que lleva adelante la Cooperativa Nacional de Productores de Leche (CONAPROLE) (www.conaprole.com.uy). Esta información se complementó con la información productiva y reproductiva publicada periódicamente por el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero a sus socios.

Definición del sistema de producción

Los indicadores técnicos considerados para definir el sistema de producción se presentan en el Cuadro 1. Se asumió un sistema de producción lechero especializado cuyo principal ingreso proviene de la venta de leche a la industria procesadora. Se actualizaron los parámetros biológicos del modelo desarrollado por Rivero (2004), ajustando los valores a un rodeo de 100 vacas masa y se desarrollaron los cálculos por hectárea a dotación fija y a materia seca producida en el propio sistema fija. Se asumió un rodeo de raza Holando, con una producción promedio de 5600 litros de leche a 305 días con un contenido promedio de 3,6 % de grasa y 3,11% de proteína y con un recuento de 270 mil células somáticas por ml, promedio en tanque, que permite acceder a las mayores bonificaciones de precio por calidad (Cuadro 1).

Requerimientos del rodeo

Se modificaron los parámetros del modelo desarrollado por Rivero (2004) asumiendo una edad al primer parto de 30 meses, con un peso de 480 kg y los estratos del rodeo de vaca masa con el detalle descrito en el Cuadro 2. Se definió un peso adulto

promedio de 550 kg y se modelaron los requerimientos nutricionales, acorde a las variaciones de peso y producción correspondientes a distintos estados fisiológicos (lactancias temprana, media y tardía y período seco). Dichos requerimientos se estimaron según el sistema del Agricultural and Food Research Council (AFRC) (1993), de donde la energía metabolizable para mantenimiento y crecimiento se obtiene en función del peso vivo, en tanto que la energía metabolizable para producción se realiza en función de los litros de leche producidos y su contenido de grasa. Los requerimientos para gestación se consideraron fijos para todas las categorías, considerándose un 30 % extra de energía para cubrir el gasto energético debido al ejercicio de pastoreo.

Se calcularon los requerimientos energéticos para cada categoría tomando un peso al nacer promedio de 40 kg, una fase de lechal de sesenta días al final de la cual los terneros alcanzan un peso promedio de 70 kg. Se estimaron los requerimientos de crecimiento de la recria para que alcanzara un peso de 480 kg al parto con 30 meses de edad promedio (ganancias diarias entre 450 y 550 g/día, según estación). Los requerimientos de las vacas en producción fueron corregidos según rendimiento de la lactancia a 305 días y el porcentaje de grasa promedio. La estructura del rodeo y la distribución de partos en el año se presentan en los Cuadros 2 y 3, respectivamente.

Cuadro 1. Indicadores técnicos del sistema de producción

Indicadores de la rotación		Indicadores del rodeo	
% Praderas	50	Nº Vacas Masa/ha	0,75
% Verdeos Invierno	24	Relación VO/VM	0,80
% Verdeos Verano	24		
% Campo Natural	3	Leche /vaca / año (l)	5.600
Materia Consumida kg / ha		Grasa (%)	3,60
Vaca Masa		Proteína (%)	3,11
Pasturas	2750	Células Somáticas (nº/ml)	270.000
Silo y Reservas	1125	Intervalo entre partos (días)	420
Concentrado	1125	% Partos de Vaquillonas	28
Recria		% Mortalidad Perinatal	2
Pasturas	3550	% Mortalidad Terneros	10
Concentrado	450	% Mortalidad Adultos	4

Alimento disponible

Para la estimación de alimento disponible en el predio y su aporte energético se tomó como base una rotación de pasturas con verdeos invernales y estivales, similar a la propuesta por Rivero (2004), en la cual se considera $\frac{3}{4}$ del área bajo pasturas y $\frac{1}{4}$ que durante la primavera-verano aporta sorgo para silo (1/8) y pastoreo directo (1/8) y en otoño-invierno (1/4) verdeos de invierno. Esta rotación permite el consumo de 2750 kg de materia seca (MS) de pasturas y 1125 kg de reservas forrajera, por hectárea y año. Se asume como situación inicial que el rodeo accede a 1125 kg de concentrados por hectárea y año, lo que permite solventar los requerimientos de 0,75 vacas masa/ha/año. En el caso del área de recría, se presupuestó una rotación de pasturas que permite el consumo de 3550 kg de MS/ha/año, que se complementa con 450 kg/ha/año de concentrado.

Cuadro 2. Estructura del rodeo (sobre 100 vacas masa)

<i>Lactancias</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6 y más</i>	
100 vacas masa	28	23	18	13	10	8	
<i>Recría</i>	<i>Lechales</i>	<i>Menor a 1 año</i>	<i>1 a 2 años</i>	<i>2 a 3 años</i>			
	44	40	39	38			
<i>Muertes</i>	<i>Perinata l</i>	<i>Ternero s</i>	<i>Adultos</i>	<i>Ventas</i>	<i>Ternero s</i>	<i>Vaquillona s</i>	<i>Vacas</i>
	2	10	4		42	10	24

Cuadro 3. Distribución de partos en el año

Mes	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
<i>Vaquillonas</i>	18	15	10	6	6	10	12	8	5	3	2	5
<i>Vacas</i>	15	12	12	9	9	9	9	8	6	3	3	5
Estación	Otoño			Invierno			Primavera			Verano		
<i>Vaquillonas</i>	43			22			25			10		
<i>Vacas</i>	39			27			23			11		

Identificación de las fuentes de ingresos y costos

Como se establece en la descripción del sistema de producción, los ingresos provienen de la venta de leche, terneros de una semana de edad promedio, vacas de descarte y vaquillonas excedentes luego de considerar la reposición necesaria del rodeo de vacas masa. Los precios de los productos se presentan en el Cuadro 4. En el caso de los ingresos por venta de leche se utilizaron los precios base, leche industria, pagados por Conaprole a sus remitentes (El Tambo No. 170, 2009), el cual se compone de un precio por kg de proteína más un precio por kg de grasa y un descuento por litro remitido (Cuadro 4). Este precio es ponderado por un factor de calidad dependiente del número de células somáticas y de recuento bacteriano por mililitro en base a muestreos realizados al azar a largo en cada mes de remisión.

La estructura de costos se dividió en costos de alimentación, costos de inseminación, otros costos variables asignables al rubro (Mano de obra, energía, sanidad e higiene) y costos fijos o de estructura (Cuadro 4).

Características biológicas que influyen en los ingresos y costos

La producción de grasa y proteína influyen directamente en los ingresos del predio y el volumen de leche incide en forma negativa, de tal manera que los mismos kg de grasa y proteína remitidos en menos litros de leche producen un mayor ingreso al productor por concepto de una menor penalización por volumen. En los casos que no se penaliza directamente el volumen, esta rebaja en el ingreso por litro remitido está asociada al costo de traslado del producto (depende de distancia a la planta y volumen remitido) que es pagado por el productor.

Los ingresos también son afectados por la venta de vacas de descarte que se cotizan por su peso vivo al momento del descarte, el cual se considera peso vivo adulto.

El peso vivo adulto está asociado a los costos de mantenimiento del rodeo de vacas, así como a los requerimientos de crecimiento de los reemplazos.

La venta de vaquillonas excedentes y la venta de terneros machos inciden en los ingresos y ambos están afectados por la tasa reproductiva del rodeo. Para su consideración se adoptó el intervalo entre partos (IIP) expresado en días, medida que considera la habilidad de la vaca para reiniciar la actividad reproductiva pos-parto, la habilidad de conseguir preñez una vez reiniciada ésta y la habilidad de llevar dicha preñez a término. Variaciones en el IIP promedio afectan el número de partos logrados en un año, afectando entonces a los ingresos vía la cantidad de terneros machos y vaquillonas excedentes vendidas. Asimismo, variaciones en el IIP, asumiendo que el tiempo de gestación no presenta variación apreciable, refleja directamente cambios en el período parto-concepción y éste está asociado a los gastos de inseminación. Otros posibles efectos del IIP en los ingresos o costos del sistema no fueron considerados.

Cuadro 4. Precios y costos del sistema de producción.

PRECIOS	
Proteína, US\$/k	3.6920
Grasa, US\$/k	1.4300
Volumen, US\$ / l vendido	-0.0185
Factor Premio Calidad	1.18
Vaca Refugo, US\$ / kg en pie neto	0.75
Vaquillona Preñada, US\$/cabeza	600
Ternero Macho, US\$/cabeza	30
COMPOSICIÓN DE LOS INSUMOS	
GASTOS VARIABLES	US\$/ha
Mano de Obra	104
Energía	22
Sanidad	25
Higiene	9
Inseminación	9.48
* 20 US\$/Va 11US\$/Vq	
Alimentación	

Pasturas, US\$/kg MS consumido 2,42 Mcal prom.	0.045
Silo y Reservas, US\$/kg MS consumido 1,94 Mcal prom.	0.07
Concentrado, US\$/kg MS consumido 2,74 Mcal prom.	0.21

Existen otras características, de diferente naturaleza, como la longevidad de las vacas en el rodeo o el conteo de células somáticas que influyen en los ingresos y costos del sistema de producción que podrían ser consideradas pero no fueron incluidas en el presente trabajo.

Derivación del valor económico

El beneficio económico (B) fue calculado como la diferencia entre Ingresos (I) y Costos de producción (C) y se expresó en dólares por vaca y por año. Los Ingresos por vaca y por año fueron calculados mediante la siguiente fórmula:

Donde:

I_p : Ingreso por venta de leche.

$$I_p = (L \times p_L + G \times p_G + P \times p_P) \times 1.18, \text{ donde } L, G \text{ y } P \text{ refieren a los}$$

litros, kg de grasa y proteína remitidos, p_L , p_G y p_P son los precios respectivos para cada componente (para los litros, una penalización) y 1,18 es el premio por calidad higiénico-sanitaria y que se adoptó fijo para este trabajo.

I_m : Ingreso por venta de terneros macho.

$$I_m = T \times p_T, \text{ donde } T \text{ es el número de ternero machos vendidos y } p_T \text{ el precio por cabeza recibido.}$$

I_{Vq} : Ingreso por venta de vaquillonas excedentes.

, donde Vq es el número de vaquillonas preñadas excedente que se venden y p_{Vq} el precio por cabeza recibido.

I_{vd} : Ingreso por venta de vacas de descarte.

, donde Vd es el número de vacas de descarte, PV_{vd}

son los kg de peso vivo por cabeza y P_{kvd} es el precio neto al productor por kg de peso vivo.

Los costos por vaca y por año se calcularon según la siguiente fórmula:

$$C = A_T + A_{Vq} + A_{Va} + C_{In} + R$$

Donde:

A_T : Costos de alimentación de los terneros hasta 100 kg.

A_{Vq} : Costos de alimentación de las hembras desde 100 kg hasta el parto (480 kg).

A_{Va} : Costos de alimentación de las vacas masa.

C_{In} : Costos de Inseminación.

R : Costos de Mano de obra, energía, sanidad e higiene asignables al rubro.

Para derivar el valor económico de las características se utilizó el método de presupuesto parcial. El valor económico (VE) de cada característica fue obtenido como la diferencia entre el beneficio para la situación base y el beneficio obtenido al incrementar una unidad de la característica de interés, manteniendo igual el nivel de las restantes (Ponzoni y Gifford, 1990). Los requerimientos adicionales de energía generados por el aumento en una unidad de cada característica se cubrieron con la compra de concentrado (2.74 Mcal /kg MS promedio), cotizado al mismo precio que el utilizado para la situación base (0,21 US\$/kg). Tanto en la situación base como en las situaciones aumentadas en una unidad, se asumió que los costos fijos eran iguales para todas las situaciones (no había cambio de escala) y se ignoraron. Cuando se consideró un aumento en el Peso Vivo adulto, se asumió que el peso al nacer y los pesos subsecuentes aumentaban en la misma proporción hasta el peso de la vaquillona al primer parto.

Dichos cambios fueron utilizados para recalculer los requerimientos nutricionales. Para el cálculo de los valores económicos de producción de grasa y proteína se adoptó un costo energético 67.26 MJ de EM por kg de grasa y de 32.89 MJ de EM por kg de proteína, producidos adicionalmente (Wilmink, 1998 y Colleau *et al.*, 1994, citados por Charffeddine y Alenda, 1998).

Las características consideradas no se expresan todas en el mismo momento de la vida de un animal ni la misma cantidad de veces. Desde el punto de vista económico esto significa que la modificación genética de estas producirá flujos de fondos distintos, en magnitud y en el tiempo. Para considerar este aspecto se aplicó la técnica de flujo de genes descontado (McClintock y Cunningham, 1974). El número de expresiones genéticas descontadas se calculó para un horizonte de 25 años, 8 generaciones y una tasa de descuento de 5 %. Las expresiones se calcularon para un rodeo con la dinámica poblacional descrita. Las características volumen, proteína y grasa se consideraron expresiones anuales; para el caso del intervalo entre parto se consideraron expresiones anuales pero expresadas una vez menos en la vida de la hembra que las características asociadas a la lactancia. En el caso del peso vivo final se consideró una sola expresión al momento del descarte del animal.

Para comparar los pesos relativos de las distintas características, los VED se ponderaron por el desvío estándar aditivo de las características. Para V, G, P se utilizaron los valores estimados para las evaluaciones genéticas nacionales (338,38 kg; 12,17 kg y 10,39 kg respectivamente)(Aguilar *et al.*, 2003). Para PV e IIP se utilizaron valores de heredabilidad de la bibliografía. Con estos valores y los valores de varianza fenotípica propuestos de las bases de datos del INML se calculó el desvío estándar genético aditivo.

Sensibilidad de los valores económicos calculados

Para evaluar la sensibilidad de los valores económicos calculados a cambios en los escenarios de precios futuros, estos fueron recalculados para las siguientes situaciones:

a. Los requerimientos adicionales resultantes de la mejora genética son cubiertos con concentrado de igual calidad nutricional que el utilizado en el sistema de producción descrito. Se consideraron valores iguales a 1; 1,2; 1,5; 2 y 3 veces el precio del litro de leche.

b. Los requerimientos adicionales consecuencia de la mejora genética son cubiertos por un aumento en la capacidad de producción de materia seca del sistema de producción. Se asumió que los requerimientos serían cubiertos con la misma proporción de pasturas, reservas y concentrado utilizados en la descripción del sistema.

c. Los requerimientos adicionales consecuencia de la mejora genética se cubren ajustando la dotación y no se adiciona alimento extra al sistema. El cálculo se realizó de acuerdo a Urioste *et al.* (1998).

d. Los predios lecheros han tendido a la especialización productiva sacando la actividad de cría y recria del sistema de producción. ¿Cómo varían los valores económicos de las características consideradas asumiendo que la recria no forma parte del sistema? Para contestar esta pregunta se asumió un sistema similar al descrito en el cual se cría y vende terneras de 100 kg y se compran vaquillonas a parir para cumplir con las necesidades de reemplazo.

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 5 se presentan los ingresos, costos y beneficio de la situación base expresados por vaca por año. Asimismo, se puede observar los ítems que se modifican cuando se incrementa en una unidad cada una de las características consideradas. El Valor Económico (VE) de cada característica surge de la diferencia entre el beneficio, B_1 , obtenido por la modificación de la característica y el beneficio, B_0 , de la situación base. Los VE para producción y grasa son positivos en tanto que el VE para volumen es negativo, reflejando que el costo energético de producir un litro más de leche que no va acompañado de una mayor cantidad de sólidos no redundará en un aumento del ingreso y además es penalizado. El VE para peso vivo adulto indica que los ingresos extras

obtenidos por la venta de un kilogramo más de vaca de descarte no compensan los costos extras de mantenimiento consecuencia del aumento de los requerimientos alimenticios en el rodeo en producción y en la cría y recría de terneras y vaquillonas.

Cuadro 5. Ingresos, costos y beneficio para la situación base, beneficio para la modificación de una unidad para las características consideradas y VE para cada característica.

Valores por vaca y año	Cuando Cambiamos 1 unidad					
	US\$	Volumen 1 litro	Grasa 1 kilo	Proteína 1 kilo	Peso Vivo 1 kilo	IIP 1 día
<i>Ingresos</i>						
Leche	976,6703	-0,0218	1,6874	4,3566		
Terneros Machos	12,6000					-0,0229
Vaquillonas	60,0000					-0,3857
Vacas Refugo	99,0000				0,1800	
<i>Total de Ingresos</i>	<i>1148,2703</i>	<i>-0,0218</i>	<i>1,6874</i>	<i>4,3566</i>	<i>0,1800</i>	<i>-0,4086</i>
<i>Costos</i>						
MO En San Hig	312,6500					
Inseminación Va	18,5000					0,4048
Inseminación Vq						
Alimentación Terneros	30,1918				0,0067	-0,0493
Alimentación Vaquillonas	131,2937				0,1975	-0,6428
Alimentación Vacas	584,6509	0,0621	1,2320	0,6024	0,6406	
<i>Total de Costos (s/Costos Fijos)</i>	<i>1077,2864</i>	<i>0,0621</i>	<i>1,2320</i>	<i>0,6024</i>	<i>0,8448</i>	<i>-0,2873</i>
<i>Beneficio</i>	<i>70,9839</i>	<i>70,9000</i>	<i>71,4393</i>	<i>74,7381</i>	<i>70,3191</i>	<i>70,4747</i>
<i>VE (US\$)</i>		<i>-0,0839</i>	<i>0,4554</i>	<i>3,7542</i>	<i>-0,6648</i>	<i>-0,1212</i>

El VE negativo para el IIP está compuesto por una pérdida de terneros por año que se refleja también en la posibilidad de vender menos vaquillonas preñadas excedentes. Adicionalmente, el incremento del IIP va acompañado de un aumento en los costos de inseminación de las vacas masa. Tanto la pérdida de ingresos como el incremento de costos por este concepto se ven parcialmente compensados por menores requerimientos en la fase de cría y recría, dado el menor número de terneras obtenidas por año. El

Cuadro 5 permite visualizar los dos grupos de características, el primero las características asociadas a la lactancia (V, G y P). Sus VE se asocian directamente al balance de precios entre cuánto se paga una unidad de cualquiera de ellas y cuál es el costo del alimento necesario para producir una unidad extra. Por otro lado, el PV y el IIP, son dos características donde la modificación de una unidad tiene efectos en diversos puntos del sistema productivo y sus respectivos valores económicos no surgen obviamente de relaciones de precios directas como las mencionadas anteriormente. Además son características que se expresan con una frecuencia y/o momento diferente en la vida de un animal.

En el Cuadro 6 se presentan los valores económicos descontados (VED) obtenidos multiplicando los VE de cada característica por el número de expresiones genéticas descontadas calculadas, considerando la eficiencia reproductiva y la dinámica de rodeo del sistema considerado y para un horizonte de tiempo de 25 años y 8 generaciones.

Obsérvese los dos grupos de características. Las primeras (L, G y P) presentan una evolución esperable de sus VE, destacándose la P en escenarios de comida cara, donde mantiene VE positivos, mientras que los VE de G se vuelven negativos en precios altos de la comida, resultando inconveniente mejorar la producción de grasa en dicho escenarios salvo incrementos importantes del precio del kg de grasa.

En el segundo grupo de características (PV e IIP), el IIP pasa de VE negativos a precios bajos del concentrado a VE positivos a precios crecientes del concentrado. Se debe tener en cuenta que menores valores de IIP permiten un mayor número de partos efectivos por año. Como consecuencia se generan una mayor cantidad de reemplazos que se crían y recrian, que mejorarán los ingresos pero que implican requerimientos incrementales que deben ser cubiertos con precios más caros del alimento. Por el contrario, el alargamiento del IIP, a igual comportamiento del resto de las características, reduce el número de partos efectivos por año y por ende, menores requerimientos de cría y recria expresados en términos anuales, lo que explica dichos VE positivos.

La variación del VE del PV es esperable en tanto el incremento del PV final provoca aumentos en los requerimientos de mantenimiento del rodeo y en los

requerimientos de mantenimiento y crecimiento de la recria. Sin embargo, cuando se observan los VED, los cuales tienen en cuenta la frecuencia y el momento en el tiempo en que se expresa la característica, el peso relativo de los VED se modula.

Cuadro 6. VE, VED y VED expresados en desvíos estándar aditivos para diferentes escenarios de precios de concentrado

<i>Precio Concentrado</i>		<i>Valores Económicos (VE)¹</i>				
<i>l leche/kg²</i>	<i>US\$/kg</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Mixto³</i>		-0,0516	1,0957	4,0673	-0,1999	-0,5470
<i>1</i>	<i>0,1744</i>	-0,0734	0,6642	3,8563	-0,5254	-0,3270
<i>1,2</i>	<i>0,21</i>	-0,0839	0,4553	3,7542	-0,6648	-0,1212
<i>1,5</i>	<i>0,2616</i>	-0,0992	0,1526	3,6061	-0,8724	0,2491
<i>2</i>	<i>0,3488</i>	-0,1249	-0,3896	3,3560	-1,2231	0,5309
<i>3</i>	<i>0,5232</i>	-0,1765	-1,3821	2,8557	-1,9247	1,0945
<i>Expresión Descontada</i>		<i>0,378527</i>	<i>0,378527</i>	<i>0,378527</i>	<i>0,125465</i>	<i>0,37554</i>
<i>Precio Concentrado</i>		<i>Valores Económicos Descontados (VED)¹</i>				
<i>l leche/kg²</i>	<i>US\$/kg</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Mixto³</i>		-0,0195	0,4148	1,5396	-0,0251	-0,2054
<i>1</i>	<i>0,1744</i>	-0,0278	0,2514	1,4597	-0,0659	-0,1228
<i>1,2</i>	<i>0,21</i>	-0,0318	0,1723	1,4211	-0,0834	-0,0455
<i>1,5</i>	<i>0,2616</i>	-0,0375	0,0578	1,3650	-0,1095	0,0935
<i>2</i>	<i>0,3488</i>	-0,0473	-0,1475	1,2703	-0,1535	0,1994
<i>3</i>	<i>0,5232</i>	-0,0668	-0,5232	1,0810	-0,2415	0,4110
<i>Precio Concentrado</i>		<i>Valores Económicos- Genéticos relativos a P</i>				
<i>l leche/kg²</i>	<i>US\$/kg</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Mixto³</i>		-0,4132	0,3155	1	-0,0714	-0,1556
<i>1</i>	<i>0,1744</i>	-0,6199	0,2017	1	-0,1979	-0,0981
<i>1,2</i>	<i>0,21</i>	-0,7278	0,1421	1	-0,2573	-0,0374
<i>1,5</i>	<i>0,2616</i>	-0,8959	0,0496	1	-0,3515	0,0799
<i>2</i>	<i>0,3488</i>	-1,2121	-0,1360	1	-0,5295	0,1831
<i>3</i>	<i>0,5232</i>	-2,0129	-0,5669	1	-0,9792	0,4436

¹Expresado en US\$ por unidad de la característica

²Relación entre el precio de un litro de leche y un kg de concentrado

³Se asume que los requerimientos incrementales se cubren con la misma proporción de Pasturas, reservas y concentrado utilizados en la descripción del sistema

En la mayoría de los escenarios, la P presenta el mayor peso relativo; sin embargo, a medida que aumenta el precio del concentrado aumenta el peso relativo de V, llegando

en valores extremos a ser la característica con mayor peso relativo, duplicando la importancia de P. Caso similar es el de PV, el cual mantiene una baja importancia relativa salvo en precios altos del concentrado donde presenta una ponderación similar a la de proteína. El IIP en los escenarios examinados presenta un peso relativo menor. Estos resultados para las características V, G, P y PV concuerdan en sus tendencias con los presentados por Rivero (2004), a pesar de las modificaciones realizadas al modelo de producción y a las modificaciones de los precios. Estos resultados, al igual que aquellos, señalan que en escenarios donde el precio del alimento extra es alto comparado con el precio recibido por la leche, se acentúa la importancia de mejorar los componentes grasa y proteína sin aumentar el volumen y que el peso relativo de este componente es significativamente superior al de peso vivo. Debe destacarse, sin embargo, que estos resultados muestran un peso relativo del peso vivo final (negativo) mayor que los resultados obtenidos por Rivero (2004).

En el Cuadro 7 se presentan los VE, VED y los VED expresados en desvíos estándar aditivos calculados asumiendo que la materia seca disponible es fija y que los requerimientos incrementales se cubren ajustando la dotación. El ajuste de dotación incide diferencialmente en los VE de las características, siendo el PV la más sensible en este escenario, que presenta valores negativos y con un peso relativo mayor.

Cuando se considera el escenario sin la recría en el sistema de producción, las características cuyos valores económicos son afectados son el PV y el IIP. En el caso del PV se atenúa el peso relativo de la característica, aunque mantiene valores económicos negativos. Esto puede deberse a que aun sacando la recría, el aumento en los requerimientos de mantenimiento de las vacas en producción derivado de un aumento en el peso adulto es mayor que las ganancias que se obtienen al momento de la venta de la vaca de descarte. En el caso del IIP, los VE calculados en el sistema sin recría son negativos en todos los escenarios de precio de concentrado. En este caso, las terneras se venden e inciden en los ingresos del predio y el alargamiento del IIP tiene como consecuencia un menor número de partos efectivos por año, o sea, que el beneficio es menor además de tener mayores costos de inseminación.

Cuadro 7. VE, VED y VED expresados en desvíos estándar aditivos calculados asumiendo MS fija (ajuste de dotación).

<i>Valores Económicos (VE)¹</i>					
	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Agrega MS</i>	-0,0839	0,4553	3,7542	-0,6648	-0,1212
<i>NO Agrega MS</i>	-0,0910	0,3981	3,7243	-1,2274	-0,0929
<i>Valores Económicos Descontados (VED)¹</i>					
	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Agrega MS</i>	-0,0318	0,1723	1,4211	-0,0834	-0,0455
<i>NO Agrega MS</i>	-0,0344	0,1507	1,4097	-0,1540	-0,0349
<i>Valores Económicos- Genéticos relativos a P</i>					
	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Agrega MS</i>	-0,7278	0,1421	1	-0,2573	-0,0374
<i>NO Agrega MS</i>	-0,7957	0,1252	1	-0,4788	-0,0289

¹ *Expresado en US\$ por unidad de la característica*

El beneficio del sistema de producción sin recría es más alto que el sistema con recría. Si bien el beneficio se ve afectado por el precio de compra de la vaquillona de reposición, éste es positivo aún a valores de novecientos dólares por cabeza (en el sistema base se asumió valores de seiscientos dólares por cabeza), pero a pesar de incidir en el resultado del predio no afecta el valor económico de ninguna de las características. Distinta es la situación para el valor de venta de las terneras, el cual afecta el ingreso del sistema e incide en el VE para IIP. El alargamiento del IIP tiene como resultado menos partos efectivos por año y por ende, menos terneras a la venta. Esto sumado al incremento en los gastos de inseminación explica los VE negativos para IIP. El VE para IIP varió de -0.4301 a -0.4606 para valores de 75 a 120 dólares por ternera, respectivamente.

Cuadro 8. VE, VED y VED expresados en desvíos estándar aditivos calculados asumiendo que la recría no es parte del sistema.

<i>Precio Concentrado</i>		<i>Valores Económicos (VE)¹</i>				
<i>l leche/kg²</i>	<i>US\$/k</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Mixto³</i>		-0,0516	1,0957	4,0673	-0,1332	-0,4301
<i>1</i>	<i>0,1744</i>	-0,0734	0,6642	3,8563	-0,3576	-0,4496
<i>1,2</i>	<i>0,21</i>	-0,0839	0,4553	3,7542	-0,4673	-0,4436
<i>1,5</i>	<i>0,2616</i>	-0,0992	0,1526	3,6061	-0,6264	-0,4348
<i>2</i>	<i>0,3488</i>	-0,1249	-0,3896	3,3560	-0,8952	-0,4199
<i>3</i>	<i>0,5232</i>	-0,1765	-1,3821	2,8557	-1,4328	-0,3901
<i>Expresión Descontada</i>	<i>0,378527</i>	<i>0,378527</i>	<i>0,378527</i>	<i>0,125465</i>	<i>0,37554</i>	
<i>Precio Concentrado</i>		<i>Valores Económicos Descontados (VED)¹</i>				
<i>l leche/kg²</i>	<i>US\$/k</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Mixto³</i>		-0,0195	0,4148	1,5396	-0,0167	-0,1615
<i>1</i>	<i>0,1744</i>	-0,0278	0,2514	1,4597	-0,0449	-0,1688
<i>1,2</i>	<i>0,21</i>	-0,0318	0,1723	1,4211	-0,0586	-0,1666
<i>1,5</i>	<i>0,2616</i>	-0,0375	0,0578	1,3650	-0,0786	-0,1633
<i>2</i>	<i>0,3488</i>	-0,0473	-0,1475	1,2703	-0,1123	-0,1577
<i>3</i>	<i>0,5232</i>	-0,0668	-0,5232	1,0810	-0,1798	-0,1465
<i>Precio Concentrado</i>		<i>Valores Económicos- Genéticos relativos a P</i>				
<i>l leche/kg²</i>	<i>US\$/k</i>	<i>V</i>	<i>G</i>	<i>P</i>	<i>PV</i>	<i>IIP</i>
<i>Mixto³</i>		-0,4132	0,3155	1	-0,0476	-0,1224
<i>1</i>	<i>0,1744</i>	-0,6199	0,2017	1	-0,1347	-0,1349
<i>1,2</i>	<i>0,21</i>	-0,7278	0,1421	1	-0,1808	-0,1367
<i>1,5</i>	<i>0,2616</i>	-0,8959	0,0496	1	-0,2524	-0,1395
<i>2</i>	<i>0,3488</i>	-1,2121	-0,1360	1	-0,3875	-0,1448
<i>3</i>	<i>0,5232</i>	-2,0129	-0,5669	1	-0,7289	-0,1581

¹Expresado en US\$ por unidad de la característica

²Relación entre el precio de un litro de leche y un kg de concentrado

³Se asume que los requerimientos incrementales se cubren con la misma proporción de Pasturas, reservas y concentrado utilizados en la descripción del sistema

En este trabajo, los VED para G en los diferentes escenarios planteados son menores que los calculados por Rivero (2004). Expresados en desvíos estándar genético y referenciados a la proteína, este trabajo encuentra VE más bajos para G, existiendo escenarios en los cuales los VE para esta característica pasan a ser negativos. La caída del sistema de pago de leche cuota, en el cual un porcentaje de la leche (aproximadamente el 20%) se pagaba solo en base al contenido de grasa butirosa y con precios de la grasa mayores que la proteína en esa cuota de la remisión es un motivo fuerte para explicar estas diferencias. Con alguna diferencia en la magnitud relativa de algunos VE, este trabajo confirma la tendencia de resultados previos (Rivero, 2004),

coincidiendo en el peso relativo alto del VE del volumen, principalmente, en escenarios donde la comida es cara. Adicionalmente, merece destacarse que en este trabajo los VE para PV son de un peso relativo más alto de lo presentado por Rivero (2004) en dichos escenarios. Con respecto a otros antecedentes, los valores obtenidos en este trabajo son más altos en la penalización del volumen y más bajo en los valores de grasa que los obtenidos por Pruzzo *et al.* (2001).

La tendencia de los valores económicos calculados coincide con los reportados por autores de diversos orígenes (Groen, 1989; Gibson, 1989; Charffeddine y Alenda, 1998; López-Villalobos *et al.*, 2000; Vargas *et al.*, 2002; Pérez-Cabal *et al.*, 2006, Wolfová *et al.*, 2007). Para países con mercados domésticos medianamente saturados en el consumo de lácteos, el volumen *per se* no se promueve y el componente de mayor valor es la proteína. Sin embargo, industrias instaladas en mercados no completamente abastecidos o en crecimiento están interesadas en tener volumen de leche y en todo caso, propensas a premiar la calidad higiénico-sanitaria del producto más que contenidos elevados de grasa y/o proteína, en mercados preferentemente de leche fluida. Antecedentes de este tipo son reportados por Madalena, (2000), Vercesi *et al.* (2000), Martins *et al.* (2003), Cardoso *et al.* (2004), Kahi y Nitter (2004) y recientemente Komlósi *et al.* (2009) para Hungría, donde el valor económico de mayor peso relativo y positivo es la producción de leche.

En sistemas productivos estacionales la eficiencia reproductiva ve aumentada su importancia, dado que retrasos en los días abiertos incrementan la probabilidad de descarte del animal. La estacionalidad de los partos en Uruguay es muy poco marcada. Esto seguramente es provocado por el retraso en preñar las vacas, lo que conduce al alargamiento del IIP de las vacas pero también está asociado a una estrategia de los productores de no concentrar los partos como estrategia para diluir riesgos asociados al clima (disponibilidad de pasturas), manejar mejor las fluctuaciones de precios y en casos de productores pequeños y medianos a mantener un flujo de fondos relativamente estable a lo largo del año. A falta de información, este trabajo asumió que el descarte de vacas del rodeo o en vaquillonas no se debía a aspectos reproductivos. Este aspecto

puede ser mejorado en trabajos futuros y puede conducir a que los valores económicos relativos de características asociadas a la reproducción crecieran en importancia.

Al igual que el IIP, el peso vivo presenta un peso relativo menor que las características de producción. Se destaca la variación desde moderadamente negativo cuando se considera la cría como parte del sistema y en la relación de precios actuales, a ligeramente positivo con pequeñas modificaciones en el precio de la carne. Este es un aspecto más que hace a la singularidad del sistema de producción uruguayo y que guarda cierta equidistancia tanto de los sistemas más intensivos (USA, Canadá, Holanda) como de los sistemas más puramente pastoriles como el neocelandés.

Con resultados similares a los obtenidos en los sistemas lecheros que valoran el producto de acuerdo a sus componentes y sin cuotas restrictivas de la producción, el sistema lechero uruguayo presenta particularidades propias que amerita que al igual que los países con mayor incidencia en la genética lechera mundial monitoree la ponderación que debe darse a las distintas características como forma de mantener la competitividad de su rodeo en sistemas de producción ambiental, social y económicamente sostenibles en el largo plazo.

2.6. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural and Food Research Council. 1993. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Edición 1ra. Zaragoza-España. Acribia. 175 p.
- Cardoso, V. L.; Nogueira, J. R.; Vercesi Filho, A. E.; El Faro, L.; Lima, N. C. 2004. Objetivos de Selección e Valores Econômicos de Características de Importância Econômica para um Sistema de Produção de Leite a Pasto na Região Sudeste. Revista Brasileira Zootecnia, 33(2): 320-327.

- Charffeddine, N.; Alenda, R. 1998. Estimación de pesos económicos y elaboración de un índice de selección por mérito económico global. Madrid, España. E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica. 38 p.
- El Tambo. 2009. Órgano Oficial de la Asociación Nacional de Productores de Leche. No. 170. Julio 2009. 64 p.
- Evaluación Genética – Raza Holando – 2009. Publicación conjunta de la Asociación Rural del Uruguay, el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero, la Facultad de Agronomía, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y la Sociedad de Criadores de Holando del Uruguay. 2009. 74 p.
- Gibson, J. P. 1989. Economic weights and index selection of milk production traits when multiple production quotas apply. *Animal Production* 49: 171-181
- Groen, A. F. 1989. Cattle breeding goals and production circumstances. Ph. D. Thesis, Department of Farm Management and Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 167 p.
- Hernández, A. 2002. El cambio técnico en el proceso de construcción de las ventajas competitivas en el sector lácteo (1975/2000). Facultad de Agronomía. Nota Técnica No. 48. 60 p.
- Kahi, A. K.; Nitter, G. 2004. Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya. I. Derivation of economic values using profit functions. *Livestock Production Science* 88: 161–177.
- Komlósi, I.; Wolfová, M.; Wolf, J.; Farkas, B.; Szendrei, Z.; Béri, B. 2009. Economic weights of production and functional traits for Holstein-Friesian cattle in

Hungary. *J. Anim. Breed. Genet.* ISSN 0931-2668 (2009): 1-11 (Early view, doi:10.1111/j.1439-0388.2009.00822.x.)

López-Villalobos, N.; Garrick, D. J.; Holmes, C. W.; Blair, H. T.; Spelman, R. J. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 83: 144-153.

Madalena, F.E. 2000. Valores Econômicos para a Seleção de Gordura e Proteína do Leite. *Revista Brasileira Zootecnia* 29(3): 678-684.

Martins, G. A.; Madalena, F. E.; Bruschi, J. H.; Da Costa, J. L.; Monteiro, J. B. M. 2003. Objetivos Econômicos de Seleção de Bovinos de Leite Para Fazenda Demonstrativa na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira Zootecnia*, 32(2): 304-314.

Mc Clintock, A.E.; Cunningham, E.P. 1974. Selection in dual purpose cattle populations: defining the breeding objective. *Animal Production* 18: 237-247

Pérez-Cabal, M.A.; González Santillana, R.; Alenda, R. 2006. Mature body weight and profit selection in Spanish Dairy cattle. *Livestock Science* 99: 257-266.

Ponzoni, R. W.; Gifford, D. R. 1990. Developing breeding objectives for Australian Cashmere Goats. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 107: 351-370.

Ponzoni, R.W. 1992. Genetic improvement of hair sheep in the tropics. *FAO Animal Production and Health paper* 101. FAO, Rome, 168 pp.

- Pruzzo, L.; Danelón, J.L.; Cantet, R. J. C. 2001. Calculating economic values for milk components in a pasture-based-dairy-system: the case of Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9: 25-29.
- Rivero, M. J. 2004. Objetivos de selección para un sistema de producción lechero con remisión a planta. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
- Urioste, J. I.; Ponzoni, R.W.; Aguirrezabala, M.; Rovere, G.; Saavedra, D. 1998. Breeding objectives for pasture-fed Uruguayan beef cattle. *Journal Animal Breeding and Genetics* 115: 357-373.
- Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias. 2009. Anuario Estadístico Agropecuario 2009. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,27,O,S,0,MNU;E;2;16;10;6;MNU>
- Vargas, B.; Groen, A. F.; Herrero, M.; Van Arendonk, J.A.M. 2002. Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. *Livestock Production Science* 75: 101–116.
- Vercesi Filho, A. E.; Madalena, F. E.; Ferreira, J. J.; Maldini Penna, V. 2000. Pesos Econômicos para Seleção de Gado de Leite. *Revista Brasileira Zootecnia*, 29(1): 145-152.
- Wolfová, M., Wolf, J., Kvapilík, J.; Kica, J. 2007. Selection for Profit in Cattle: I. Economic Weights for Purebred Dairy Cattle in the Czech Republic. *Journal of Dairy Science* 90:2442–2455.

3. DISCUSIÓN GENERAL

La definición de objetivos de selección tiene como primer paso la definición del o de los sistemas de producción en los cuales se desempeñara la progenie de los animales seleccionados (Ponzoni y Gifford, 1990). La imposibilidad de predecir con precisión las circunstancias de producción futuras genera la necesidad de revisar periódicamente los parámetros biológicos y económicos utilizados en la definición de la ecuación de beneficio de la cual se derivan los valores económicos para las distintas características.

Adicionalmente, los sistemas lecheros se caracterizan por sus intervalos generacionales largos. En los rodeos comerciales uruguayos los intervalos generacionales son cercanos a los 10 años. En ese lapso, los sistemas de producción lecheros uruguayos vivieron fluctuaciones en los precios de sus productos, insumos y factores de producción, históricamente muy importantes. Cambiar el objetivo de selección proyectando la visión particular y específica de cada uno de esos momentos hacia el futuro hubiera sido un error; sin embargo, dichas circunstancias muestran la necesidad de mantener un trabajo formal de prospectiva y revisión de los valores económicos de las características y de la compatibilidad entre los objetivos de selección que se definan para los distintos escenarios analizados. La eficiencia de la selección radica principalmente en la definición de las características a considerar y en la dirección en la cual ellas se seleccionaran, mientras que los ajustes en las ponderaciones relativas se traduce en el ajuste fino, pero de menor impacto, en la eficiencia de las herramientas a ser utilizadas por los productores lecheros en sus decisiones de selección (James, 1982).

Si bien la definición de los objetivos de selección debiera ser el primer paso en la construcción de un programa de mejora genética, en general se constata que el cálculo de los valores económicos y desarrollo de índices de selección han avanzado de la mano de los sistemas de registros y evaluación genética (Shook, 2006).

De la mano de la intensificación productiva, en los últimos años, se ha acentuado la preocupación por la eficiencia reproductiva del rodeo, la durabilidad de las vacas en el tambo y aspectos sanitarios, tales como la sanidad de la ubre. La incorporación de

nuevos registros en las bases de datos ha permitido la incorporación de nuevas características a las evaluaciones genéticas y a los índices de selección relacionadas a las problemáticas citadas.

Esta realidad genera cambios en los programas de mejora que deben ser tenidos en cuenta en la selección de padres para el rodeo. En este capítulo se reflexiona sobre las implicancias que posibles escenarios de la producción lechera nacional pueden tener sobre la definición de los objetivos de selección y se establecen comparaciones aproximadas con los énfasis de selección expresados en algunos índices de selección utilizados en sistemas de producción extranjeros.

3.1. VARIABLE DE AJUSTE

Si los valores económicos son derivados adoptando como fijo el número de animales se está asumiendo que los requerimientos adicionales del rodeo, fruto de la mejora genética, serán cubiertos con alimento extra. Si los valores económicos son derivados adoptando fijo el alimento disponible se está asumiendo que los requerimientos extras serán cubiertos reajustando el número de animales a la cantidad de alimento disponible.

Las características de los sistemas de producción y las circunstancias generales en las que ellos se enmarcan determinan en cada caso cuál es la estrategia más adecuada a utilizar. Los antecedentes uruguayos en bovinos de carne (Urioste *et al.*, 1998) coinciden con los resultados obtenidos en este trabajo, donde el ajuste por dotación deprimió el beneficio obtenido por el sistema de producción, es decir, el precio implícito asumido por el alimento es mayor que el precio del alimento comprado, aunque esto se expresa en forma diferencial para las distintas características. En el sistema lechero, mientras que las características relacionadas a la producción de leche tuvieron una variación relativamente pequeña, el peso vivo final duplicó su valor económico descontado (negativo) tanto en términos absolutos como relativos al resto de las características consideradas. Las características reproductivas también fueron afectadas por la

referencia adoptada para el cálculo de los valores económicos. En el antecedente de bovinos de carne disminuyó el valor económico de la tasa de destete y en éste, el del intervalo entre partos. Aun cuando la relación no es tan directa como en el caso del peso vivo final, una reducción del IIP aumenta el número de partos efectivos por año y asumiendo que no varía la tasa de sobrevivencia, aumentaría el número de animales en fase de cría y recría, en un ambiente de comida limitante. Éstos compiten por el alimento con las categorías productivas, las que inciden más fuertemente en los ingresos del sistema. La derivación de los valores asumiendo el alimento fijo resultó restrictiva para el sistema de producción planteado, pero puede ser un modelo adecuado para sistemas más extensivos de zonas marginales o sistemas ecológicos donde otros componentes podrían integrar la ecuación de beneficio. De los resultados obtenidos surge que la mejor opción para cubrir los requerimientos incrementales es aumentando la producción de pasto y reservas forrajeras del sistema o mejorando su utilización. Más aún, parecería que en este punto radica buena parte de la competitividad de estos sistemas, pues a valores de alimento extra que duplican el valor de la leche promedio, componentes como la grasa comienzan a tomar valores económicos negativos.

3.2. EFECTO DE LOS REEMPLAZOS EN LA DEFINICIÓN DEL SISTEMA

La tendencia de los predios lecheros ha sido a especializarse. En los predios de menor superficie, una alternativa para mejorar sus ingresos ha sido desplazar la cría de los reemplazos hacia campos de recría específicos, destinando toda el área para las vacas de producción. En el caso del sistema analizado, el beneficio anual por vaca aumenta cuando se venden las terneras y se compran las vaquillonas de reemplazo y no realiza la crianza dentro del sistema.

Los valores económicos que variaron cuando no se consideró la cría de los reemplazos en el sistema fueron los valores económicos del peso vivo final y el del intervalo entre partos. Las razones están relacionadas al análisis desarrollado en el ítem anterior. Sin embargo, los cambios en esta situación tienen alguna particularidad.

En el caso del peso vivo final, los valores económicos fueron siempre negativos, igual que en la situación base, con la particularidad que una pequeña mejora en el precio de venta de la vaca de descarte los convertían en valores positivos, lo cual impulsaría la selección de animales más pesados.

En el caso del IIP los valores pasaron a ser negativos en todos los escenarios de precios. Cuando se sacó la cría de los reemplazos del sistema, se asumió un valor de compra de los reemplazos y un valor de venta de las terneras. En este caso, el efecto del IIP en la ecuación de beneficio, se encontró asociado al número de terneras vendidas y a los costos de inseminación, fundamentalmente, siendo los costos de cría de las terneras de menor magnitud. En la situación base, el valor económico del IIP se encontraba asociado, además, a los costos de crianza desde ternera hasta la venta, lo cual hacía que no se tradujera en beneficios mayores el aumentar el número de partos efectivos, o sea, no había beneficios mayores en penalizar el alargamiento del IIP.

Considerar la crianza de los reemplazos como un subsistema independiente al estrictamente lechero sirve para delimitar mejor el efecto de las variables en la función de beneficio, aunque luego se sintetice en un solo conjunto de valores económicos.

3.3. EFECTO DE LA RELACIÓN DE PRECIOS

Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los obtenidos por Rivero (2004) especialmente en cuanto al signo, es decir, ambos trabajos obtienen valores económicos negativos para el volumen y el peso vivo final, y positivos para la grasa y la proteína. Sin embargo, los valores económicos descontados (VED) en términos absolutos y relativos han variado, especialmente los relativos a la grasa que en este trabajo son sensiblemente menores y se tornan negativos en ambientes desfavorables de precios. Los supuestos para calcular las expresiones descontadas, así como los parámetros genéticos utilizados fueron mantenidos, por lo que las diferencias se relacionarían a modificaciones en los parámetros del sistema de producción y/o variaciones de los precios o en ambos. La caída de la leche cuota, la cual se pagaba en

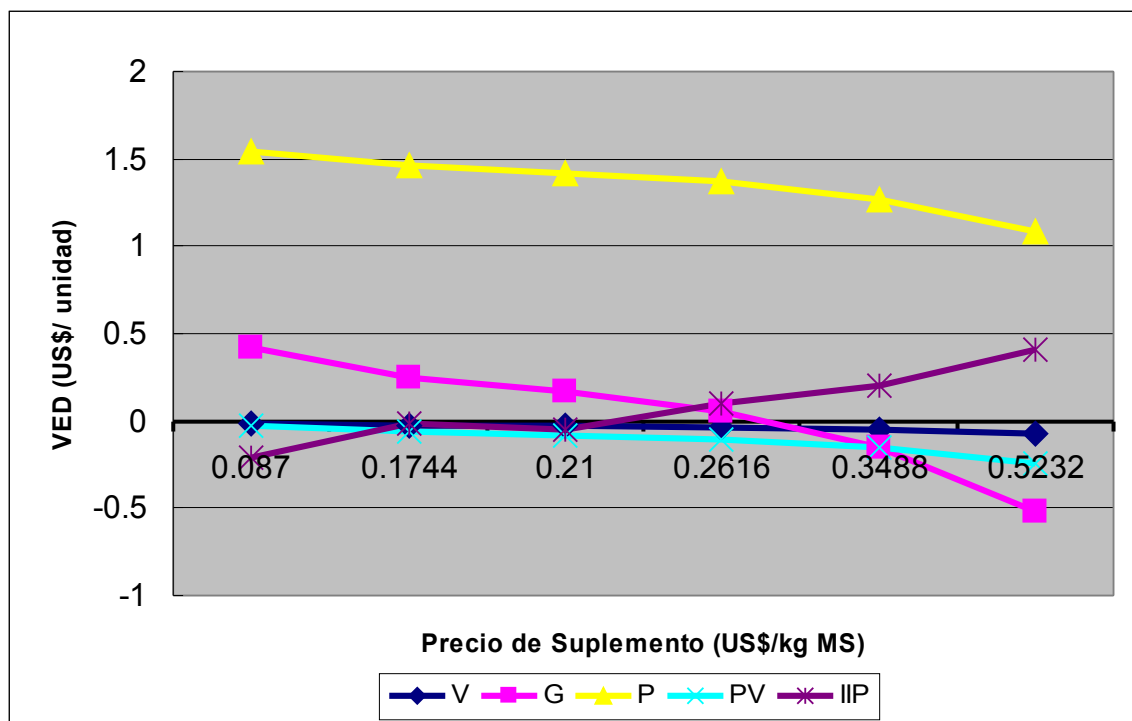
base al contenido de grasa solamente y a un precio sensiblemente mayor al actual, aparece como una razón importante para explicar estos cambios. Mirado desde la perspectiva de la cadena agroindustrial en su conjunto, esto advierte de la importancia de tener una cadena integrada y cristalina en las señales de precios entre la industria y el productor.

En la Figura 1 se presentan la variación de los VED frente a cambios en el precio del alimento utilizado para cubrir el incremento marginal de los requerimientos del rodeo frente a cambios de una unidad de cada una de las características consideradas.

Las comparaciones de valores y ponderaciones económicas entre países son difíciles y complejas en su interpretación debido a las diferencias existentes en los sistemas de producción, en la definición de las características, en los supuestos de los modelos y en los modelos de evaluación y estimación que cada país utiliza. Sin embargo, respetando las limitaciones señaladas, se realizó una aproximación a los pesos relativos de las características en los índices utilizados en distintos países.

Los VE y los VED permiten evaluar el retorno económico de mejorar una característica y construir índices de selección. Para comparar el énfasis de cada característica desde el punto de vista genético se han utilizado los VED expresados en unidades de desvío estándar genético-aditivo ($VED * \sigma_a$), denominados variación económico-genética (Urioste *et al.* 1998) o valor económico estandarizado (Rivero, 2004).

Figura 1. Variación de los VED de las características en distintos escenarios de precios del alimento extra para cubrir el incremento marginal de requerimientos del rodeo.



3.4. PESO RELATIVO DE LOS RASGOS EN EL OBJETIVO

Van Raden (2002) define el valor económico-aditivo como el valor absoluto del valor económico por el desvío estándar de los valores de cría. Lo expresa en porcentaje del total de valores económicos-aditivos, así calculados, considerados en el índice. Miglior *et al.* (2005) revisan los índices de selección de 15 países miembros de Interbull utilizando una expresión similar.

Adaptando la propuesta de Van Raden (2002), utilizando los desvíos estándar genéticos aditivos utilizados previamente para cada característica, se calculó el peso relativo de cada valor económico con respecto al conjunto de la siguiente manera:

$$VR\% = 100 * \left| VED_i * \sigma_{a_i} \right| / \sum_{i=1}^5 \left| VED_i * \sigma_{a_i} \right|$$

donde:

$VR\%$, es el valor económico-genético relativo expresado en porcentaje,

$|VED_i * \sigma_{a_i}|$, es el valor absoluto del valor económico descontado por el desvío genético aditivo de la característica considerada.

En el Cuadro 9 se presentan los VR% de las características analizadas en los escenarios más contrastantes de los que se analizaron. Los escenarios 1 a 3 son con cría de los reemplazos en el sistema. Para el escenario 1 y 2, el valor del concentrado fue de 0,21 y 0,52 US\$/kg, respectivamente. El escenario 3 asume materia seca fija. Los escenarios 4 a 6 son sin cría de los reemplazos en el sistema de producción e idénticos supuestos de precios de los concentrados y materia seca fija que en los escenarios 1 a 3.

Los índices de selección utilizados en los distintos países han ido evolucionando a índices globales incorporando características asociadas a la durabilidad, fertilidad y salud de los animales entre otros. De la revisión realizada por Miglior *et al.* (2005) se destaca que salvo una excepción ningún índice pondera positivamente el volumen y 8 de los 15 presentados lo penalizan. Nueve índices de selección consideran características relacionadas al tamaño, cinco de ellos lo enfatizan positivamente (Canadá entre ellos) y cuatro lo penalizan (Australia, Dinamarca, Nueva Zelanda y EEUU), siendo el índice neocelandés el más restrictivo. Siete de los 15 índices relevados no tiene ningún énfasis directo en la reproducción.

Con la salvedad de que los valores utilizados en este trabajo no son valores de cría estimados y que los valores económicos presentados no son exactamente equivalentes a las ponderaciones económicas de los índices de selección, se podría comparar los valores presentados en el Cuadro 9 con las información presentada por Miglior *et al.* (2005). Sin embargo, los pesos relativos de cada característica tienden a bajar en la medida que más características son incorporadas en el índice, lo cual es correcto desde la perspectiva de medir el énfasis puesto en la selección, pero no nos aporta una valoración acerca de los VR%. Desde la perspectiva de poder comparar con los VR%, se

recalaron los pesos relativos dados en los índices de algunos países, tomando como referencia un subtotal compuesto solamente por las características relacionadas a las utilizadas por este trabajo. La elección de los índices se basó en la disponibilidad de información, para cada caso, que permitió elaborar las ponderaciones relativas entre las características sin tergiversar o sesgar indebidamente los índices oficiales. Cumplido este primer requisito se consideraron índices que son conocidos en Uruguay o índices de países que se consideran con sistemas productivos asimilables a los uruguayos. En el Cuadro 10 se presentan los pesos relativos para esos índices, de las características L, G, P, PV e IIP o de características con efecto directo en el mismo rasgo biológico.

En el caso de EEUU, los índices presentados son derivados de funciones de beneficio que difieren en los precios del producto (ingresos) de acuerdo al tipo de mercado que abastecen (www.aipl.arsusda.gov) y esto se ve reflejado en los pesos relativos de los componentes de la leche. Mientras el índice “FM\$” (Fluid Merit Index) no considera la producción de proteína y promueve el aumento del volumen, el “CM\$” (Cheese Merit Index), penaliza el volumen y le da un mayor peso relativo a la proteína que a la grasa. En el caso de EEUU existen otros índices, además de los presentados, el más conocido en Uruguay es el TPI (Type&Production Index), el cual pondera rasgos productivos y de conformación con factores que no son derivados de una función de beneficio económico.

Si se selecciona de EEUU el índice CM\$ se puede observar una coincidencia importante en la dirección y ponderación relativa de estas características en todos los índices, aun cuando existen ponderaciones diferentes, esperables, en países de distintas regiones y con circunstancias de producción distintas.

Cuadro 9.- VR% de las características en escenarios contrastantes.

Escenarios ¹	V	G	P	PV	IIP
1. c/R 0,21	² - 34	6	46	- 12	- 2
2. c/R 0,52	- 40	-11	20	- 20	9
3. c/R MS	- 33	5	41	- 20	- 1
4. s/R 0,21	- 33	7	46	- 8	- 6
5. s/R 0,52	- 45	-13	22	-16	- 4
6. s/R MS	- 36	5	43	-10	- 6

¹ c/R con cría de reemplazos dentro del sistema; 0,21 y 0,52 hace referencia al precio del concentrado en US\$/kg y MS cuando se calcula adoptando Materia Seca fija. Los escenarios denominados s/R (4 al 6) son sin recría de reemplazos dentro del sistema y las mismas consideraciones de precio de concentrado y Materia Seca fija.

² Se agrega el signo negativo en el caso de VED negativos.

Cuadro 10.- Peso relativo de las características expresado en porcentaje de la variación total explicada por el subconjunto de características consideradas.

Índices	V	G	P	PV ¹	IIP ²
BW (NZL) ³	- 17	13	46	- 15	9
APR (AUS)	-23	15	46	-5	10
CM\$ (USA) ⁴	- 23	20	38	- 6	12
NM\$ (USA)	0	37	31	- 11	22
FM\$ (USA)	33	35	0	-11	21
NVI (HOL) ⁵	-27	11	55	nc	7
EBI (IRL) ⁶	-25	10	52	nc	-13

¹ BW y APR consideran Peso Vivo. En CM\$, NM\$ y FM\$ refiere a tamaño corporal.

NVI y EBI no consideran ninguna característica indicadora de PV.

² EBI considera Intervalo entre Partos, en BW y NVI son un subíndice con varias características, en el caso de APR, CM\$, NM\$ y FM\$ refiere a tasa de preñez de hijas.

³ Breeding Worth, Nueva Zelanda, actualización enero 2010 (www.aeu.org.nz)

⁴ Cheese Merit, Net Merit y Fluid Meri, USA, actualización enero 2010 (www.aipl.arsusda.gov)

⁵ Dutch Flemish Index, Holanda, actualización febrero 2007 (www.hg.nl)

⁶ Economic Breeding Index, Irlanda, actualización agosto 2003 (www.interbull.org)

Teniendo en cuenta las consideraciones ya realizadas, si comparamos los VR% del Cuadro 9 con las ponderaciones relativas del Cuadro 10, los VR% del volumen y de la grasa (en todos los escenarios) tienen diferencias apreciables con todos los índices presentados; el volumen con ponderaciones más altas (negativo) y la grasa más bajas.

La proteína es el componente con mayor ponderación y salvo en los escenarios de precios altos del concentrado, presenta VR% similares a los presentados por los índices BW y APR, y NVI y EBI, si tenemos en cuenta los dos componentes (G y P).

En el caso de los VR% de PV las diferencias son más importantes. En los escenarios 1 a 3, con cría de los reemplazos, precio alto del concentrado o ajuste por dotación, el VR% de PV es mayor a todas las ponderaciones relativas de los índices considerados. En precios de comida medios, el valor es intermedio entre las ponderaciones de NM\$, CM\$ y APR. En el caso de los escenarios 4 a 6, sin cría de los reemplazos y precio medio del concentrado, el VR% de PV es similar a las ponderaciones relativas de los índices NM\$, CM\$ y APR, en tanto que, a precios más altos del concentrado la ponderación es coincidente con BW.

Los VR% del IIP obtenidos en este trabajo para los escenarios con cría de los reemplazos son sensiblemente más bajos que las ponderaciones relativas en los índices considerados. Sin embargo, en los escenarios sin recría de los reemplazos, los VR% son similares a las ponderaciones relativas en BW, APR y NVI, siendo la mitad que en EBI, que es el único índice que utiliza la misma característica que este trabajo.

A pesar de que el objetivo no fue evaluar la pertinencia del uso de un índice en particular, es interesante visualizar las coincidencias generales que se observaron con la mayoría de ellos. Asimismo, y a pesar de ser un hecho esperable, no ha sido factible establecer una similitud completa con las ponderaciones relativas de ninguno de los índices presentados, más aún, las similitudes varían cuando varían los escenarios analizados.

Es preciso puntualizar nuevamente que las ponderaciones relativas en los índices de selección son conceptualmente diferentes a los pesos económicos relativos de las características. Pueden ser asimilables cuando el valor económico se deriva para la

modificación de una unidad en el valor genético predicho de esa característica utilizando los parámetros de la evaluación genética de la cual proviene, que es el caso de los índices considerados.

Las ponderaciones relativas o absolutas que se les da a las características en los índices de selección no son, necesariamente, indicativas del nivel genético de una población. Estratégicamente un índice puede adoptar una ponderación mayor en un rasgo particular porque se valora que el nivel genético para ese rasgo es pobre o se pretende un avance mayor al que tendría si se pondera por su beneficio marginal actual.

La aplicación sistemática y efectiva de los índices de selección debiera producir cambios de las características de la población en concordancia con los énfasis relativos que esas características tienen en los índices utilizados. Pero debe reafirmarse la idea de que el énfasis relativo no indica *per se* cual será el progreso genético a obtener. Para estimar el progreso a obtener en alguna característica, se debe conocer su varianza genética aditiva y las correlaciones genéticas y heredabilidades del resto de las características que componen el índice. Aún así, habrá que confirmar si efectivamente el índice es aplicado y los supuestos de progreso son confirmados.

Por las razones señaladas es importante definir las circunstancias de producción locales, los valores económicos de las características económicamente relevantes para dichas circunstancias de producción y para la población animal local. A partir de dichas definiciones, los índices son como lentes que permiten leer mejor las cualidades de los animales y su adecuación a los objetivos de selección de la población y a las metas de mejora establecidas.

3.5. CONCLUSIONES GENERALES

El sistema de producción modelado y los VED calculados son consistentes en todos los escenarios analizados en indicar que el componente más importante a mejorar es la producción de proteína y que esto debe lograrse sin aumentar proporcionalmente el volumen. También son consistentes en indicar que la grasa es un componente de menor

peso relativo, así como la inconveniencia de aumentar el peso vivo final de los animales. Los VED para el IIP fueron relativamente más bajos, coincidiendo con todos los antecedentes consultados, pero con un valor significativo que amerita que se siga analizando junto a otras características reproductivas.

Con un pronóstico de:

- a. relaciones de precio entre la proteína y la grasa de 2,8 a 1 o superiores (www.aeu.org.nz),
- b. una cadena láctea exportadora de leche en polvo y quesos
- c. y relaciones de precio entre el concentrado y el litro de leche promedio de 1,5 a 1 o incluso algo superior; los VED calculados resultan apropiados para el desarrollo de índices de selección para ser utilizados por los productores lecheros remitentes uruguayos.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultural and Food Research Council. 1993. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Edición 1ra. Zaragoza-España. Acribia. 175 p.
- Aguilar, I.; Navajas, E.; Rovere, G.; Grignola, F. 2000. Consanguinidad en rodeos comerciales de la raza Holando en Uruguay. XVI Congreso de la Asociación Latino Americana de Producción Animal. Montevideo. Uruguay. (Memorias en edición CD).
- Aguilar, I.; La Buonora, D.; Ravagnolo, O.; Rovere, G. 2002. Mejoramiento Genético por sólidos de leche en Uruguay. Jornadas de Lechería: 10 años de actividad del Laboratorio de Calidad de Leche. Serie Actividades de Difusión 287. 2002. INIA La Estanzuela. 79 p.

- Amer, P. R. 2006. Approaches to formulating breeding objectives. In: 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, Brasil, 2006. (Memorias en edición CD).
- Artagaveytia, J.; Giudice, G. 2005. Algunos números para analizar los resultados económicos del año 2004 y perspectivas para el 2005. Jornada para Técnicos Asesores. Resultados económicos de los sistemas de producción de leche. Área Producción Lechera y RR.CC. de CONAPROLE. San José, 22 de Julio de 2005. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.eleche.com.uy/gxpfiles/ws001/content/audio/source0000000002/AUD000010000000062.ppt>
- Cardoso, V. L.; Nogueira, J. R.; Vercesi Filho, A. E.; El Faro, L.; Lima, N. C. 2004. Objetivos de Seleção e Valores Econômicos de Características de Importância Econômica para um Sistema de Produção de Leite a Pasto na Região Sudeste. Revista Brasileira Zootecnia, 33(2): 320-327.
- Charffeddine, N.; Alenda, R. 1998. Estimación de pesos económicos y elaboración de un índice de selección por mérito económico global. Madrid, España. E.T.S.I. Agrónomos, Universidad Politécnica. 38 p.
- Danell, Ö. E. 1980. Studies concernig Selection Objectives in Animal Breeding. Report 42, Department of Animal Breeding and Genetics, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. ISBN 91-576-0464-9. 140 p.
- Durán, H.; La Manna, A. 2007. Impactos productivos, económicos y ambientales de la intensificación de los sistemas pastoriles de producción de leche en Uruguay. IX Congreso Holstein de las Américas – Colonia, Uruguay. Abril 2007. (Memorias en edición CD).

- El Tambo. 2009. Órgano Oficial de la Asociación Nacional de Productores de Leche. No. 170. Julio 2009. 64 p.
- Estados Unidos de Norte América. United States Department of Agriculture 2009. Livestock, Dairy, & Poultry Outlook/LDP-M-185/November 17, 2009. Economic Research Service, USDA. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1350>
- Evaluación Genética – Raza Holando – 2009. Publicación conjunta de la Asociación Rural del Uruguay, el Instituto Nacional para el Mejoramiento Lechero, la Facultad de Agronomía, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias y la Sociedad de Criadores de Holando del Uruguay. 2009. 74 p.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations 2009. Perspectivas Alimentarias. Análisis de los Mercados. Junio 2009. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ai482s/ai482s00.pdf>.
- Gibson, J. P. 1989. Economic weights and index selection of milk production traits when multiple production quotas apply. *Animal Production* 49: 171-181
- Goddard, M. E. 1998. Consensus and debate on definition of breeding objectives. In: Symposium in Honor of Professor Charles Smith. *Journal of Dairy Science* 81(2): 6-18.
- Groen, A. F. 1989. Cattle breeding goals and production circumstances. Ph. D. Thesis, Department of Farm Management and Department of Animal Breeding, Wageningen Agricultural University, Wagenigen, The Netherlands. 167 p.

- Harris, D. L.; Stewart, T. S.; Arboleda C. R. 1984. Animal breeding programs: systematic approach to their design. U.S. Department of Agriculture. Advances in Agricultural Technology no. 8. 13 p.
- Hazel, L. N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28: 476 – 490.
- Hernández, A. 2002. El cambio técnico en el proceso de construcción de las ventajas competitivas en el sector lácteo (1975/2000). Facultad de Agronomía. Nota Técnica No. 48. 60 p.
- James, J. W. 1982. Construction, uses, and problems of multitrait selection indexes. In 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production 1982, Madrid, España. Proceedings 5. 130-139
- Kahi, A. K.; Nitter, G. 2004. Developing breeding schemes for pasture based dairy production systems in Kenya. I. Derivation of economic values using profit functions. *Livestock Production Science* 88: 161–177.
- Komlósi, I.; Wolfová, M.; Wolf, J.; Farkas, B.; Szendrei, Z.; Béri, B. 2009. Economic weights of production and functional traits for Holstein-Friesian cattle in Hungary. *J. Anim. Breed. Genet.* ISSN 0931-2668 (2009): 1-11 (Early view, doi:10.1111/j.1439-0388.2009.00822.x.)
- López-Villalobos, N.; Garrick, D. J.; Holmes, C. W.; Blair, H. T.; Spelman, R. J. 2000. Profitabilities of some mating systems for dairy herds in New Zealand. *Journal of Dairy Science* 83: 144-153.

- Madalena, F.E. 2000a. Valores Econômicos para a Seleção de Gordura e Proteína do Leite. *Revista Brasileira Zootecnia* 29(3): 678-684.
- Madalena, F.E. 2000b. Conseqüências Econômicas da Seleção para Gordura e Proteína do Leite. *Revista Brasileira Zootecnia* 29(3): 685-691.
- Martins, G. A.; Madalena, F. E.; Bruschi, J. H.; Da Costa, J. L.; Monteiro, J. B. M. 2003. Objetivos Econômicos de Seleção de Bovinos de Leite Para Fazenda Demonstrativa na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira Zootecnia*, 32(2): 304-314.
- Mc Clintock, A.E.; Cunningham, E.P. 1974. Selection in dual purpose cattle populations: defining the breeding objective. *Animal Production* 18: 237-247
- Miglior, F.; Muir, B. L.; Van Doormal, B.J. 2005. Selection Indices in Holstein Cattle of Various Countries. *Journal of Dairy Science* 88: 1255 – 1263.
- Miller, R. H.; Pearson, R. E. 1979. Economic Aspects of Selection. *Animal Breeding Abstracts*, Vol. 47, No.6, June 1979, 281-290.
- Pérez-Cabal, M.A.; González Santillana, R.; Alenda, R. 2006. Mature body weight and profit selection in Spanish Dairy cattle. *Livestock Science* 99: 257-266.
- Ponzoni, R. W.; Gifford, D. R. 1990. Developing breeding objectives for Australian Cashmere Goats. *Journal of Animal Breeding and Genetics*. 107: 351-370.
- Ponzoni, R.W. 1992. Genetic improvement of hair sheep in the tropics. *FAO Animal Production and Health paper* 101. FAO, Rome, 168 pp.

- Pruzzo, L.; Danelón, J.L.; Cantet, R. J. C. 2001. Calculating economic values for milk components in a pasture-based-dairy-system: the case of Argentina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9: 25-29.
- Ravagnolo, O.; La Buonora, D.; Aguilar I.; Rovere, G. 2006. Estimación de Heredabilidades y Correlaciones Genéticas para Producción de leche, grasa y proteína en ganado Holando del Uruguay. *Resultados Experimentales en Lechería. Actividades de Difusión No. 455. INIA. 116 pp.: 89 a 96.*
- Ravagnolo, O.; Rovere, G.; Aguilar, A.; La Buonora, D. 2004a. Evaluación Genética Nacional para Componentes de la Leche. 9º Congreso Panamericano de la Leche. FEPALE. Porto Alegre. Brasil. 2004. (Memorias en edición CD).
- Ravagnolo, O.; Rovere, G.; Aguilar, A.; La Buonora, D. 2004b. Evaluación Genética Nacional Raza Holando 2004. *Resultados Experimentales en Lechería. Actividades de Difusión No. 361. INIA. 151 pp.: 139 a 151.*
- Rivero, M. J. 2004. Objetivos de selección para un sistema de producción lechero con remisión a planta. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 pp.
- Rovere, G. 2007. Sistema Nacional de Evaluación Genética, una década construyendo realidades. IX Congreso Holstein de las Américas – Colonia, Uruguay. Abril 2007. (Memorias en edición CD).
- Salvarrey, L.; Cardozo, E. 1991. Estado actual y posibles estrategias para el mejoramiento genético del ganado lechero en el Uruguay. In: Foro Mejoramiento Genético Animal en el Uruguay en vísperas del MERCOSUR. 17 y 18 de Agosto de 1991. Montevideo. Uruguay. INIA. Serie Técnica Nº 12. Agosto 1991. pp:14 a 16.

Smith, C.; James, J. W.; Brascamp, E. W. 1986. On the derivation of economic weights in livestock improvement. *Animal Production* 1986. 43: 545-551.

Shook, G. E. 2006. Major Advances in Determining Appropriate Selection Goals. *Journal of Animal Science* 89: 1349 – 1361.

Urioste, J. I.; Ponzoni, R.W.; Aguirrezabala, M.; Rovere, G.; Saavedra, D. 1998. Breeding objectives for pasture-fed Uruguayan beef cattle. *Journal Animal Breeding and Genetics* 115: 357-373.

Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias. 2003. La lechería comercial en Uruguay. Contribución a su conocimiento. Junio 2003. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/agxppdwn.aspx?7,5,104,O,S,0,356%3bS%3b5%3b120>.

Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias. 2009a. Anuario Estadístico Agropecuario 2009. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,27,O,S,0,MNU;E;2;16;10;6;MNU>

Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias. 2009b. Estadísticas del Sector Lácteo 2008. Serie de Trabajos Especiales No. 282. Noviembre de 2009. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7,5,105,O,S,0,MNU;E;2;16;10;6;MNU;>

- Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria. 1997. Anuario 1997. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/opypa/PUBLICACIONES/Publicaciones.htm>
- Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Oficina de Programación y Política Agropecuaria. 1998. Anuario 1998. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/opypa/PUBLICACIONES/Publicaciones.htm>
- Uruguay. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Estadísticas Agropecuarias. 2009. Anuario Estadístico Agropecuario 2009. Consultado 30/11/2009. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/portal/hgxpp001.aspx?7.5.27.O.S.0.MNU;E;2;16;10;6;MNU>
- Van Raden, P. M. 2002. Selection of dairy cattle for lifetime profit. In: 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Montpellier, Francia, 2002. (Memorias en edición CD).
- Van Raden, P. M.; Cole, J. B.; Tooker, M.E.; Cooper, T. A. 2010. Genetic base changes for January 2010. AIPL Research Report Base 2 (8-09). Consultado 01/02/2010. Disponible en: <http://aipl.arsusda.gov/reference/base2010.htm>
- Vargas, B.; Groen, A. F.; Herrero, M.; Van Arendonk, J.A.M. 2002. Economic values for production and functional traits in Holstein cattle of Costa Rica. *Livestock Production Science* 75: 101–116.
- Vercesi Filho, A. E.; Madalena, F. E.; Ferreira, J. J.; Maldini Penna, V. 2000. Pesos Econômicos para Seleção de Gado de Leite. *Revista Brasileira Zootecnia*, 29(1): 145-152.

Weller, J.I. 2007. Marker-assisted selection in dairy cattle. In: Marker-Assisted Selection. Current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish. Roma. FAO. 199-228.

Wolfová, M., Wolf, J., Kvapilík, J.; Kica, J. 2007. Selection for Profit in Cattle: I. Economic Weights for Purebred Dairy Cattle in the Czech Republic. *Journal of Dairy Science* 90:2442–2455.

5. ANEXOS

5.1. INSTRUCCIONES PARA AUTORES REVISTA AGROCIENCIA

http://www.fagro.edu.uy/agrociencia/Instr_autores_Agrociencia.pdf (01/01/2010)

Remisión y categorías de los artículos

Los trabajos puestos a consideración del Consejo editor de la Revista Agrociencia deben ser inéditos, y se enviarán como archivos electrónicos en MS-Word® a los Editores responsables: agrocien@fagro.edu.uy. El archivo se designará con el apellido y nombre del primer autor. Los trabajos pueden corresponder a las siguientes categorías:

- *Artículo de investigación*: presenta resultados de investigación original. Los artículos de investigación pueden ir bajo la forma de Comunicación breve.
- *Revisión*: por lo general es solicitada por el Consejo editor a especialistas. La revisión corresponde al análisis y sistematización de resultados de investigaciones sobre un campo en el que el o los autores tienen comprobada trayectoria.
- *Nota técnica*: incluye los resultados de investigación desde una perspectiva interpretativa y crítica sobre un tema específico, a partir de fuentes originales. Algunos ejemplos pueden ser la descripción de alguna región, una problemática socioeconómica rural o la situación de rubros de producción agropecuaria.

El artículo de investigación no debe exceder las 6.500 palabras y la Comunicación breve y la Nota técnica las 3.500 palabras. La Revisión puede extenderse hasta 8.500 palabras. Presentación. Los trabajos se enviarán en formato electrónico, en tamaño carta, a doble espacio, con fuente Times New Roman de 12 puntos, con márgenes de 3 cm en la parte superior, 2 cm en la inferior y 2,5 cm en las márgenes laterales. Las hojas se numerarán en el margen inferior derecho, y los renglones en el margen izquierdo.

Carátula. Figurará el título del trabajo en el idioma original, y el apellido y nombre del autor/es, (Ej. Rodríguez Alvaró;...), el lugar de trabajo de cada uno (identificado con el superíndice) y la dirección postal y el correo electrónico del autor con el que se mantendrá la correspondencia relacionada al trabajo. No deben figurar títulos académicos ni cargos laborales.

Al pie de la carátula debe figurar un título abreviado del artículo para el encabezamiento de las páginas.

Títulos. El título, de no más de 15 palabras, va en minúscula y negrita, cuerpo 14; los subtítulos igual con un cuerpo de letra 12. Si hay títulos de tercer orden, irán en cursiva sin negrita.

Resumen, *Summary* y palabras clave, *key words*. El resumen en español y el *summary* en inglés, de hasta 250 palabras, irán precedidos del título del trabajo en el idioma respectivo, y seguidos de las palabras clave y *key words*. Las Palabras clave, hasta cinco, van en minúscula y separadas por comas.

Las abreviaturas deben definirse cuando se mencionen por primera vez. Se prefiere el uso de los nombres biológicos comunes, indicando el nombre científico la primera vez que se menciona la especie.

Idiomas y unidades

Los idiomas de la revista son el español y el inglés. Los trabajos se deben ajustar a las normas gramaticales que establece el Diccionario de la Real Academia Española, o a sus equivalentes en otros idiomas. Se utilizará el Sistema Internacional de Unidades (SI) y sus abreviaturas, además de unidades derivadas de éste de uso frecuente en el área en cuestión. Entre la cifra y la abreviatura de la unidad va un espacio (Ej.: 89 kg, 37° C). Entre los sitios de consulta sobre el SI referirse a: www.cem.es.

Estructura del artículo. El texto del trabajo se organiza en las siguientes secciones:

Introducción, Materiales y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos, Bibliografía, Cuadros y figuras. Se podrán unificar Resultados y Discusión, e incorporar Conclusiones si se considera necesario.

Las citas bibliográficas en el texto se realizarán como [autor(es), año]. Cuando la cita tenga dos autores se usará «y» entre ambos (Ej. Böger y Sandmann 1999). Cuando sean más de dos autores se mencionará el primero seguido de la expresión “*et al*” En la sección Bibliografía, se reproducirá el título y autores según el idioma original del trabajo (Ej. Böger and Sandmann 1999). Las comunicaciones personales se citarán de igual forma, seguidas de “com. pers.”

En el texto se debe sugerir el lugar de ubicación de la tabla o figura como: intercalar Cuadro X o Figura X. Cuando el archivo sea mayor a de 500 Kb deberá comprimirse (Winzip).

Cuadros y figuras

Los cuadros y figuras deben presentarse en formato MS-Excel®, en hojas independientes con numeración consecutiva, en Times New Roman y en cuerpo 10 sin negritas (Cuadro 1, Cuadro n; Figura 1, Figura n, etc.). Figuras, tales como fotos y mapas, se presentarán en formato digital comprimido JPG (JPEG) o GIF con resolución mínima 300 dpi al tamaño definitivo (preferentemente 600 x 600 dpi).

Seguido irán los textos correspondientes a los encabezados de cuadro o pie de figura, por ej. Cuadro 1., Cuadro n, Figura 1., Figura n., etc., sin salto de página entre cada uno. En el encabezado de cuadros y pie de figuras aparecerán las abreviaciones usadas, aunque ya hayan sido definidas en el texto.

Bibliografía. Las referencias bibliográficas van al final del artículo. Los autores se ordenan por el orden alfabético de sus apellidos, y cuando se cita más de una publicación del mismo autor se ordenan cronológicamente. Los nombres de las revistas deben ir abreviados según el código internacional. En caso de no tenerlo, use su nombre completo. A continuación se detalla la forma de citar distintas fuentes.

Artículos de revistas

Autor (es), año. Título del artículo, nombre de la revista, número, página-página. Ejemplo: Zhang C., Laurent S., Sakr S., Peng L. and Bédu S. 2006. Heterocyst differentiation and pattern formation in cyanobacteria: a chorus of signals. *Mol. Microbiol.* 59: 367-375.

Capítulos de libros

Autor (es), año. Título del capítulo. En: título del libro, apellido de los compiladores o editores (Ed/s.), casa editora, páginas consultadas (pp). Ejemplo: Barbulova A. and Chiurazzi M. 2005. A procedure for *in vitro* nodulation studies. En: *Lotus japonicus Handbook*. Ed. Márquez A. Springer, Netherlands. pp. 83-86.

Internet

Actualmente no hay una norma reconocida en el ámbito científico sobre las citas desde medios electrónicos, pero hay consenso sobre formas en que pueden realizarse. La recomendada es: Autor (es), año. Título del artículo. En: Nombres de la publicación electrónica, del *website*, portal o página y su URL, páginas consultadas (pp. #) o páginas totales (# p.); fecha de consulta. Ejemplo: Gutiérrez, M. 2007. Siembra de olivos en el desierto palestino. En: *Agricultura Tropical*, <http://agrotropical.edunet.es>. 25 p.; consulta: noviembre 2006 (tomado de la Revista Colombiana de Horticultura).

Corrección para la publicación

Las pruebas de imprenta se enviarán por vía electrónica a los autores para su corrección, y deberán ser devueltas dentro del plazo que se indique.

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

1. Título. El título debe incluir el tema y los objetivos del estudio, o bien resultados o conclusiones relevantes que se hayan obtenido.

2. Autor(es). De acuerdo con normas de ética, el autor es la persona que participa intelectualmente en el diseño, ejecución, análisis de los experimentos y/o redacción del artículo. Las personas que han contribuido en la donación de material biológico, trabajos de campo, análisis de laboratorio, etc., pueden ser reconocidas en la sección Agradecimientos.

3. Resumen, *Summary*. Debe contener la hipótesis del trabajo y la metodología empleada indicando la importancia del trabajo, los objetivos o preguntas a responder, y los resultados cuantificados, no solo descritos. Debe quedar clara la importancia del trabajo, así como las principales conclusiones.

4. Palabras clave, *key words*. Las palabras clave al final del resumen se usan para elaborar bases de datos, por lo que es recomendable evitar repetir palabras que figuren en el título, aunque esto no es excluyente.

5. Introducción. Esta sección contiene la hipótesis del trabajo y presenta las razones que fundamentan el fenómeno sujeto de la experimentación. Se debe presentar la información conocida y disponible que justifica la hipótesis, la cual deberá ser comprobable. Al final se deberían incluir los objetivos de la investigación. El análisis detallado de la literatura más relevante debe hacerse en Discusión y no en Introducción.

6. Materiales y métodos. Deben incluir la información precisa o la referencia que permita a otros investigadores repetir los experimentos. Es necesario establecer claramente el diseño experimental y los procedimientos estadísticos usados. Los experimentos de campo sensibles a interacciones con el ambiente deben ser repetidos las veces necesarias para asegurar la representatividad de los resultados.

7. Resultados y discusión. Estas secciones pueden presentarse juntas o separadas. Los resultados están directamente relacionados con la/s hipótesis de trabajo y la descripción y análisis se apoyarán en cuadros y figuras, con sus respectivos análisis estadísticos. En la discusión se deben interpretar los resultados obtenidos en la experimentación de modo claro y preciso, y relacionarlos con trabajos de otros investigadores, para proporcionar al lector diversas fuentes de información a efectos de aceptar o no la interpretación dada por los autores. Los argumentos presentados deben guiar hacia las conclusiones del trabajo donde se establecerán los principales hallazgos de la investigación.

8. Agradecimientos. En caso necesario, se expresará el reconocimiento a personas o instituciones, especialista/s por las contribuciones al trabajo, colaboradores de campo o laboratorio, a organismos financiadores, entidades oficiales o privadas, etc. que hayan facilitado o hecho posible la realización del trabajo.

9. Bibliografía. Evidencia el grado de actualización y pertinencia con el que se manejan los autores sobre la temática en cuestión.

10. Cuadros y figuras. Son el soporte de los resultados que, junto con el encabezado o el pie respectivamente, permiten al lector comprender lo presentado sin recurrir al texto. Las figuras (gráficas, fotos, esquemas, etc.) deben apoyar datos importantes que no hayan sido presentados en los cuadros. La revista se imprime en blanco y negro, por lo que la impresión en colores estará a cargo del autor.