

Influencia de las predicciones de mérito genético en el precio del semen de toros lecheros utilizados en Argentina

Influence of predictions of genetic merit on semen price of dairy bulls used in Argentina

Pruzzo¹, L., Pereyra², S. y Jordan³, A.

Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires
Juan Debernardi S.R.L.

Resumen

Las empresas comercializadoras de semen de toros lecheros en Argentina disponen de catálogos con predicciones de su mérito genético para caracteres de producción de leche, grasa y proteína; y para caracteres de tipo lechero, conocidas como PTA (Predicted Transmitted Ability); también índices genéticos como el TPI (Índice de Performance Total) o el Mérito Neto. El objetivo del estudio fue evaluar la relación existente entre estas variables y el precio del semen, aplicando modelación hedónica. Se recolectaron datos de 148 toros de empresas proveedoras de semen. Para cada reproductor se consideró el precio de la dosis de semen en pesos de junio 2008, y sus TPI, PTA Leche, PTA Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, e índices Compuesto de Ubre y Compuesto de Patas y Pezuñas. La ecuación hedónica elegida (R^2 ajustado = 0,7) incluyó como variable respuesta, el logaritmo natural del precio; y las variables PTA Leche, PTA Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, PTA Tipo², Compuesto Ubre y Compuesto de Patas y Pezuñas. Las predicciones para grasa butirosa, tipo lechero, e Índices Compuesto de Ubre y Patas y Pezuñas afectaron significativamente el precio del semen, por lo tanto estas variables resultaron determinantes en la decisión de compra para la muestra analizada.

Palabras clave: toros lecheros, semen, genética, modelo hedónico.

Summary

Companies selling semen of dairy bulls in Argentina offer to dairy producers, predictions of genetic merit for production traits (milk, fat, protein) and physical type traits, known as Predicted Transmitted Ability, PTA; they also display information on genetic indices such as Total Production Index (TPI) and Net Merit. The objective of this study was to assess the relationship between these variables and semen price, by applying hedonic regression modeling. A sample of 148 sires belonging to different semen companies was collected. Variables included in the selected hedonic equation (adjusted R^2 0,7) were: natural log of semen prices in pesos during June 2008 as response variable; and explanatory variables such as TPI, milk PTA, fat PTA, protein PTA, type PTA, Udder and Feet and Legs composite indexes. Genetic predictions for fat, physical type traits and udder and feet and legs composite indexes were significant determinants of price; thus affecting buying decisions in the sample.

Key words: dairy bulls, semen, genetics, hedonic modelling.

Recibido: octubre de 2009

Aceptado: enero de 2010

1. Profesora Adjunta, Fac. Agronomía UBA. Av. San Martín 4453, C1417DSE, Buenos Aires; lpruzzo@agro.uba.ar

2. Alumno Facultad de Agronomía UBA

3. Juan Debernardi S.R.L.

Introducción

En los últimos veinte años, la producción de leche se ha incrementado dramáticamente. En los Estados Unidos, por ejemplo, la producción promedio casi se ha duplicado, pasando de 5870 kg de leche por vaca, para las hembras nacidas en 1957, a 11274 kg por vaca nacida en 1997. Se ha demostrado que el 57% de dicho incremento se debe al mejoramiento genético permanente (Cassell, 2001). A nivel mundial, los productores disponen actualmente de material genético altamente mejorado para competir en la producción de leche; y la población lechera del mundo avanza hacia una única población con un fluido intercambio de genética, basado principalmente en la comercialización de semen y toritos jóvenes. A nivel de productor, la toma de decisiones acerca del nivel genético deseable en su rodeo, tiene que ver con el objetivo de mejorar ciertas características genéticas. Estas características proveen valor en términos de aumentar la producción de leche y/o promover rasgos estructurales, y serán transmitidas por el toro selecto a sus hijas; por lo tanto los productores compran semen de los toros más destacados considerando su nivel genético. Esto opera en el mercado del semen, resultando en la asignación de un precio que refleja la presencia y calidad de los atributos genéticos del reproductor en cuestión (Schroeder et al, 1992).

En la Argentina, la oferta de semen proviene de los centros nacionales de inseminación artificial y de semen importado principalmente de los Estados Unidos y Canadá, y en menor medida de otros países. Los centros nacionales comercializan tanto semen nacional como importado. El productor tambero debe decidir que genética va a incluir en su rodeo a través de la inseminación artificial. A la hora de la compra del semen, el productor debe pensar en las características de su rodeo, la producción que realiza y los mercados en que participa, para poder realizar una compra adecuada

para su establecimiento. Todas las empresas que comercializan semen disponen de catálogos donde se consigna para cada reproductor con dosis disponibles, las predicciones de la mitad de su valor de cría para caracteres de producción de leche, grasa, proteína; y para los caracteres de tipo lechero, todas conocidas como PTA (*Predicted Transmitted Ability*). Asimismo, se provee de índices de selección para cada toro, como el TPI (*Total Performance Index*), que incluye caracteres de producción, sanidad, fertilidad, facilidad de parto, tamaño corporal, características de la ubre, de patas y pezuñas; cada uno ponderado por su valor económico. En algunos catálogos se presentan algunos índices económicos, tales como el Mérito Neto, Mérito Queso y Mérito Fluido. Aún con esta información tan relevante, la toma de decisión acerca de la compra del producto adecuado puede ser difícil, debido a la gran cantidad de variables que deben contemplarse. La oferta y la demanda establecen el precio de mercado del producto. Por lo tanto, si el comprador considera toda la información disponible en los catálogos y las necesidades de su establecimiento, podría tomar la decisión adecuada. Asimismo, el vendedor sabe que características se valoran en el mercado y puede adecuar su oferta a las necesidades de los productores. La estimación empírica de precios hedónicos ha recibido considerable atención en años recientes; y pueden encontrarse aplicaciones de la técnica de modelación hedónica al mercado de semen de toros lecheros en Schroeder et al (1992) y en Richards y Jeffrey (1996). En un mercado complejo como el del semen de toros lecheros, el conocimiento de los factores que intervienen en la decisión de compra, cobra especial interés. En tal sentido, el objetivo de este trabajo es aplicar un modelo de regresión hedónica para explicitar la relación entre el precio del semen y sus componentes; bajo la hipótesis de que tales características son determinantes del precio.

Materiales y Métodos

Datos

Se recolectaron registros de toros de raza Holando de las empresas proveedoras de semen más importantes del país, teniendo en cuenta el volumen de mercado que abarcan y las ventas de semen que realizan. Los datos se obtuvieron de catálogos del año 2008. Para cada reproductor se consideró el precio de la dosis de semen expresado en pesos de junio de 2008, y como variables independientes se consideraron las siguientes variables, disponibles en los catálogos: TPI, PTA Leche, PTA Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, Compuesto de Ubre, Compuesto de Patas y Pezuñas, así como también el Mérito Neto, Mérito Queso y Mérito Fluido. Para todas las variables se consideraron los datos de 148 toros, excepto Mérito Neto, Mérito Queso y Mérito Fluido. Dichas variables estaban presentes en los catálogos de una sola de las empresas, por lo tanto, el análisis se limitó a 64 observaciones disponibles.

El PTA es una predicción de la mitad del valor de cría del reproductor, y que éste transmite a su progenie, para el carácter considerado. Los PTA para caracteres de producción se expresan relativos a una base genética, que representa el promedio de las vacas nacidas por ejemplo, en el año 2000. El PTA de producción de leche en kg, refleja la producción de leche esperada en sus futuras hijas. Así por ejemplo, el toro promedio de la muestra tuvo progenie con 459 kg de leche más que la base (ver Cuadro 1). El PTA de grasa en kg, refleja la producción de grasa esperada en las hijas. El PTA de proteína en kg, refleja la producción de proteína esperada en las hijas. El PTA Tipo es una estimación del potencial genético en conformación del toro con respecto a una base. Las evaluaciones genéticas de los caracteres de tipo lechero se basan en una distribución normal estándar, de manera tal que valores superiores a 2 por ejemplo, representan el 2,5% superior de la raza; todos los caracteres tienen promedio cero. El Compuesto de Ubre es un índice que resume el potencial del toro para el mejoramiento de la con-

formación de la ubre en sus hijas, e incluye seis caracteres. Estos y sus respectivas ponderaciones son: profundidad de ubre, 35%; ubicación de pezones delanteros, 5%; ubicación de pezones posteriores, 7%; adherencia de ubre anterior, 16%; altura de ubre posterior, 16%; ancho de ubre posterior, 12% y hendidura de ubre, 9%. El índice Compuesto de Patas y Pezuñas resume el potencial de un toro para el mejoramiento de patas y pezuñas de su progenie. Las ponderaciones para los cuatro caracteres que incluye este predictor son: puntaje de patas y pezuñas, 50%; ángulo de pie, 24%; patas traseras (vista posterior), 18,5% y patas traseras (vista de costado), 7,5% (Juan Debernardi S.R.L., 2008).

El TPI (Índice de Performance Total) es un índice para cada reproductor desarrollado por la Asociación Americana de la raza Holstein. El TPI incluye predicciones de mérito genético para caracteres de producción (volumen, grasa y proteína), sanidad, fertilidad, movilidad, facilidad de parto y tamaño corporal (holsteinsusa.com). La importancia relativa de cada característica en el índice es: Grasa y Proteína, 45%; Vida Productiva, 10%; Puntaje de Células Somáticas, 5%; Compuesto de Ubre, 10%; Compuesto de Patas y Pezuñas, 5%; PTA Tipo, 13%; Forma Lechera, 1%; Tasa de Preñez de las Hijas, 8%; Facilidad de Partición de las Hijas, 2%; y Muertes al Nacer de las Hijas, 1% (Juan Debernardi S.R.L., 2008).

El índice Mérito Neto se expresa en pesos y mide las ganancias netas durante la vida de una hija promedio de un toro. Los caracteres incluidos y sus ponderaciones son: Grasa, 23%; Proteína, 23%; Vida Productiva, 17%; Puntaje de Células Somáticas, 9%; Tasa de Preñez de las Hijas, 9%; Facilidad de Partición, 2%; Muertes al Nacer, 4%; Compuesto de Ubre, 6%; Compuesto de Patas y Pezuñas, 3% y Compuesto de Tamaño, 4%. El índice Mérito Queso en pesos fue diseñado para productores que venden leche en un mercado de queso. La proteína tiene más valor en el mercado de quesos que en el mercado de precios estándar de componentes. La leche recibe una ponderación económica negativa en el índice

de Mérito Queso. El índice de Mérito Queso combina los mismos rasgos que el índice de Mérito Neto. El índice Mérito Fluido en pesos combina los mismos rasgos que el índice de Mérito Neto con ponderaciones diferentes. Éste índice es útil para tambos que reciben su pago exclusivamente en el volumen de la leche entregada, donde se pone más énfasis en el rendimiento de la leche (Juan Debernardi S.R.L, 2008). Todas las ponderaciones utilizadas en los índices corresponden a la evaluación genética de EEUU.

nar el efecto que estas características tienen sobre el precio y así, medir el valor marginal implícito de tales características (Ladd y Martin, 1976). El modelo de regresión puede especificarse como:

$$\text{Precio}_i = b_1 + b_2X_{2i} + b_3X_{3i} + \dots + b_kX_{ki} + \mu_i$$

donde i se refiere a la dosis de semen del reproductor, k se refiere al número de características; y Precio_i es la variable respuesta, cuyo comportamiento es influido por un con-

Cuadro 1: Valores promedio y desvíos estándar de las predicciones de mérito genético en la muestra.
Table 1: Mean values and standard deviations of predictions of genetic merit in the sample.

Variable	Valor promedio	Desvío
TPI	1447,68	207,5
PTA Leche, kg	459,03	270,34
PTA Grasa, kg	13,61	9,90
PTA Proteína, kg	13,16	6,80
PTA Tipo	1,37	0,70
Compuesto ubre	1,09	0,60
Compuesto Patas y Pezuñas	0,94	0,75
Mérito Neto, \$	283,36	109,00
Mérito Queso, \$	279,08	113,21
Mérito Fluido, \$	285,36	11200

Metodología

Se analizó la variable precio con el fin de determinar su comportamiento y evaluar su distribución. Posteriormente, se utilizó el método de *precios hedónicos*, el cual se basa en la hipótesis de que el conjunto de atributos de un bien heterogéneo tiene impacto en su precio de mercado. Por ello, se asume que el precio de dicho bien puede ser explicado por el valor de mercado de sus diferentes atributos y, por tanto, se puede estimar el valor implícito a cada uno de dichos atributos, una vez estimada la ecuación de regresión hedónica. Mediante la regresión del precio con las características del semen, se puede determi-

junto de variables explicativas $X_2, X_3, \dots, X_k$, y por un término de perturbación aleatorio μ_i (Martín et al., 1997). Adicionalmente se realizó la comprobación de los supuestos de dicho modelo, y una vez elegida la ecuación, se procedió a realizar la prueba de significancia de las variables independientes.

Resultados

1) Análisis Exploratorio del precio

En el Cuadro 2 y en la Figura 1, se consig-nan los resultados del análisis del precio de la dosis de semen de todos los toros lecheros que componen la muestra. Los datos presen-

tan un único máximo y una distribución unimodal asimétrica a la derecha, debido a la presencia de un número significativo de valores muy altos. La media de los precios fue de 29,24 \$/dosis y su mediana 21 \$/dosis. Esta diferencia refleja el elevado grado de asimetría hacia la derecha, con un coeficiente positivo de 3,429 (Figura 1). Ello podría deberse a que los reproductores con mayores valores de TPI, Tipo, Grasa Butirosa, Compuesto de Ubre y Patas y Pezuñas (esencialmente los animales que transmitirán superioridad genética a su progenie) tienen un precio de semen muy superior al resto (Ej.: 189 \$/dosis). Las predicciones poseen, asociado al valor de las mismas, el porcentaje de exactitud de dicha predicción, de modo tal que aquellos ejemplares de mayor exactitud, podrían presentar también un precio mayor.

Al efectuarse la transformación de los precios a su logaritmo natural, la distribución de la variable se ajusta a una normal.

2) Modelos de Regresión Lineal

Se probaron tres modelos de regresión. El modelo inicial incluyó las variables e índices

originales: Precio, TPI, PTA Leche, PTA Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, Compuesto Ubre y Compuesto Patas y Pezuñas. El modelo transformado excluyó TPI e incluyó: Ln (Precio), PTA Leche, PTA Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, PTA Tipo², Compuesto Ubre y Compuesto Patas y Pezuñas. Se probó un tercer modelo incluyendo variables de mérito: Mérito Neto (\$), Mérito Quesos (\$) y Mérito Fluidos (\$). Para los primeros modelos se utilizaron todas las observaciones (148), mientras que para el tercero se utilizaron las 64 observaciones con toda la información disponible.

El modelo inicial resultó significativo, con un p -valor $< 0,0001$ y un coeficiente de determinación (R^2 Ajustado) de 0,45; pero no se verificó el supuesto de normalidad y se observó varianza creciente en los términos de error, generando un problema de heteroscedasticidad. Las variables TPI, PTA Tipo y Compuesto Ubre mostraron un efecto curvilíneo sobre el precio, lo que explicaría la varianza creciente observada. Sólo las variables PTA Grasa y PTA Tipo resultaron significativas (p -valor $< 0,05$).

Cuadro 2: Estadísticos sumarios del precio del semen (pesos de junio 2008).

Table 2: summary statistics for semen price in pesos of June 2008.

Estadístico	Valor
Media	29,24
Error típico	2,263
Mediana	21,00
Moda	15,00
Desviación estándar	27,34
Varianza de la muestra	747,51
Curtosis	13,23
Coefficiente de asimetría	3,401
Rango	180,00
Mínimo	9,00
Máximo	189

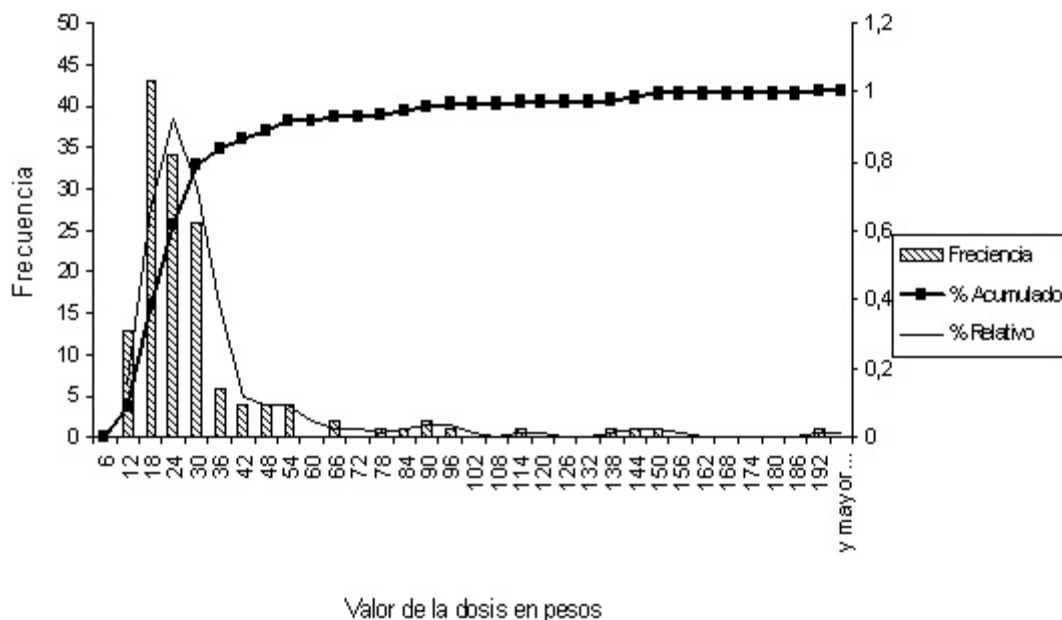


Figura 1: Distribución del precio de la dosis de semen.

Figure 1: Distribution of prices of semen dose.

Se realizaron medidas de corrección al modelo de modo tal que el nuevo término de perturbación fuera homoscedástico y, por tanto, que los estimadores mínimo cuadráticos aplicados a este modelo transformado cumplieran con los supuestos (Martín et al., 1997). Según el estudio de precio efectuado en el punto 1, se consideró la utilización de su Logaritmo Natural. Otra medida de corrección consistió en agregar un término de mayor orden, PTA Tipo². Finalmente se detectó la necesidad de excluir la variable TPI por correlacionarse fuertemente (p -valor $< 0,0001$, de aquí en más se indica con el símbolo **) de forma positiva con todas las demás variables independientes, principalmente con PTA Grasa (0,62)**, PTA Tipo (0,58)**, PTA Proteína (0,56)** y PTA Leche (0,54)**, dando indicios de multicolinealidad. Sobre esta base se propuso un segundo modelo, con el logaritmo natural del precio como variable respuesta y con las variables respuesta PTA Leche, PTA

Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, PTA Tipo², Compuesto Ubre, y Compuesto Patas y pezuñas.

El modelo resultó significativo con un p -valor $< 0,0001$; en tanto que el coeficiente de determinación (R^2 Ajustado) de 0,7 indica que el 70% de la variación en los precios es explicada por el modelo y sus variables explicativas (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se observa que las variables PTA Grasa, PTA Tipo, PTA Tipo², Compuesto Ubre y Compuesto Patas y pezuñas resultaron altamente significativas en el modelo (p -valor $< 0,01$). En tanto que las variables PTA Leche y PTA Proteína resultaron significativas con una probabilidad mayor que las anteriores: 0,057 y 0,234, respectivamente. Se verificaron todos los supuestos del modelo de regresión.

La ecuación de regresión elegida como modelo hedónico del precio (ecuación [1]) se consigna a continuación:

$$\widehat{\log NP} = 2,5641 + 0,0002*\text{Leche} + 0,0053*\text{Grasa} + 0,0041*\text{Proteína} - 0,43*\text{Tipo} + 0,2395*\text{Tipo}^2 + 0,2252*\text{Ubre} + 0,1103*\text{Patás y pezuñas} \quad [1]$$

Cuadro 3: Análisis de regresión del modelo transformado.**Table 3:** Regression analysis of the transformed model.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	35,547	7	5,078	48,727	< 0,0001
Variable	N		R ²		R ² Aj
LN_Precio	147		0,71		0,7

Cuadro 4: Coeficientes de regresión y estadísticos asociados.**Table 4:** Regression coefficients and corresponding statistics.

Variable	Coeficiente Estimado	Error Estándar	Límite Inferior (IC95%)	Límite superior (IC95%)	Estadístico t	p-valor
Intercepta	2,564	0,134	2,299	2,828	19,154	<0,0001
PTA Leche	0,0002	0,0001	0	0,0003	1,920	0,056
PTA Grasa	0,005	0,001	0,002	0,008	3,618	0,0004
PTA Proteína	0,004	0,003	-0,003	0,011	1,194	0,234
PTA Tipo	-0,430	0,147	-0,720	-0,134	-2,927	0,004
PTA Tipo ²	0,240	0,040	0,161	0,318	6,040	<0,0001
Comp.Ubre	0,225	0,074	0,078	0,372	3,031	0,003
Comp.Patás y pezuñas	0,110	0,040	0,031	0,189	2,758	0,007

Adicionalmente, se probó un tercer modelo de regresión utilizando los índices Mérito Neto (\$), Mérito Quesos (\$) y Mérito Fluidos (\$). Dichas variables estaban presentes en los catálogos de una sola de las empresas, por lo tanto, el análisis se limitó a 64 observaciones. El coeficiente de determinación (R² ajustado) del modelo fue de 0.2. El coeficiente de correlación entre Mérito Neto y Mérito Quesos fue de 0.98, mientras que para Mérito Neto y Mérito Fluidos fue de 0,96, indicando

la presencia de multicolinealidad. Los tres coeficientes fueron no significativos con un p-valor de 0,2848 para Mérito Neto, 0,3226 para M. Quesos y 0,1475 para M. Fluidos.

3. Un ejemplo de aplicación

Para ejemplificar la metodología se procedió a estimar el precio del semen a partir de sus características. En el Cuadro 5 se consignan los datos de la dosis de semen del reproductor que corresponde al caso 23.

Cuadro 5: Caso 23.**Table 5:** Data point 23.

Observación	Precio	PTA Leche	PTA Grasa	PTA Proteína	PTA Tipo	PTA Tipo ²	Comp. Ubre	Comp. Patas y pezuñas
23	20	747	23	29	1,17	1,37	0,98	0,22

Utilizando el modelo hedónico se obtuvo la ecuación [2]:

$$2,997 = 2,5641 + 0,0002*747 + 0,0053*23 + 0,0041*29 - 0,43*1,17 + 0,2395*1,37 + 0,2252*0,98 + 0,1103*0,22$$

[2]

Al computarse $\text{Exp}(2,997) = 20,07$, se obtiene un precio de 20,07 \$/dosis, resultando una diferencia de 0,07 \$ entre el precio del catálogo para ese reproductor, y el valor predicho por la ecuación hedónica. La relación entre los valores ajustados y los precios observados para el total de casos se consigna

en la Figura 2, la cual resulta representativa del adecuado ajuste del modelo elegido.

4. Impacto porcentual y precio marginal

Con el fin de analizar los valores de los coeficientes obtenidos en la ecuación hedónica [1], se los agrupó en dos categorías, correspondientes a dos grupos de variables:

1. Predicciones de mérito genético para caracteres inherentes al producto leche: producción de leche, grasa y proteína.
2. Predicciones de mérito genético para caracteres inherentes al animal: tipo, características de ubre, patas y pezuñas

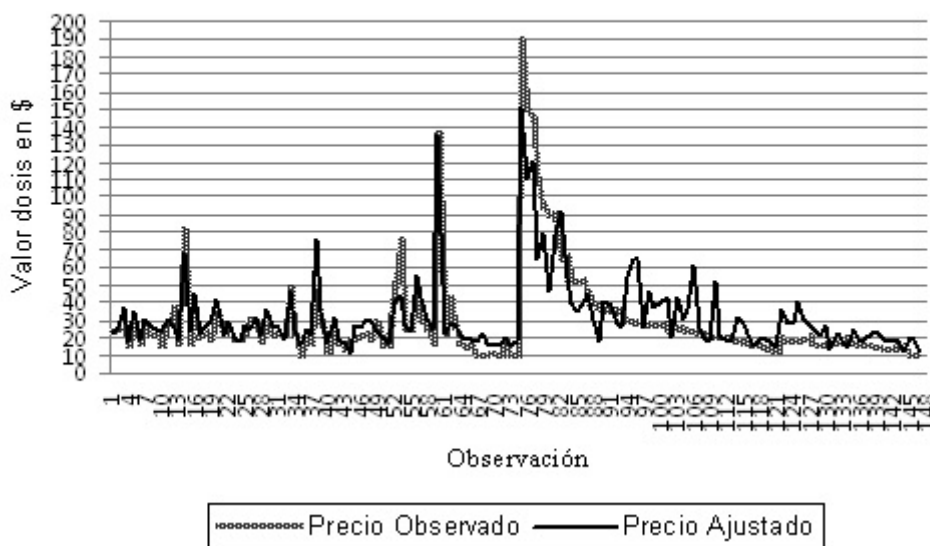
**Figura 2:** Relación entre precios observados y predichos.

Figure 2: Relationship between observed and predicted prices.

Para ambas categorías se computó su *impacto porcentual* y su *precio marginal*, según la metodología propuesta por Troncoso et al (2008). El impacto porcentual de una variable, corresponde a la variación porcentual del precio causada por un cambio unitario de esa variable, midiendo así su influencia. Sobre la base de la función log-lineal propuesta, se multiplica el coeficiente de cada variable por 100 para obtener su impacto porcentual. Sumando los valores de la primera categoría, se tiene que las características inherentes al producto leche presentan en conjunto 1% de impacto, en tanto que las características inherentes al animal presentan en conjunto un impacto de 14,5%.

El precio marginal se calcula aplicando el impacto porcentual a un precio de referencia, representando entonces, desviaciones positivas o negativas respecto a dicho promedio. En este trabajo se consideró como precio de referencia el promedio muestral de 29,24 \$ por dosis con lo cual se obtuvo un precio marginal de 0,30 \$/dosis para la categoría 1 y de 4,23 \$/dosis para la categoría 2.

Discusión

En un mercado complejo como el del semen de toros lecheros, el conocimiento de la influencia de las predicciones de mérito genético sobre la decisión de compra, y el uso que hacen los productores tamberos de la información ofrecida por las empresas comercializadoras de semen, resulta de particular interés. En tal sentido, en este trabajo se propuso un modelo econométrico para explicitar la relación entre el precio del semen y tales componentes. Con ese objetivo se evaluó inicialmente un modelo que incluyó las variables e índices originales; posteriormente se evaluó un modelo transformado que excluyó TPI e incluyó: Precio (Ln), PTA Leche, PTA Grasa, PTA Proteína, PTA Tipo, PTA Tipo², Compuesto Ubre y Compuesto Patas y Pezuñas. El tercer modelo que se probó incluyó los índices Mérito Neto (\$), Mérito Quesos (\$) y Mérito Fluidos (\$).

Se obtuvo una mejora significativa en el ajuste cuando se transformó el modelo, alcanzándose un R^2 ajustado = 0,7. Los estimadores que resultaron significativos fueron: PTA Grasa, PTA Tipo, PTA Tipo², e índices Compuesto Ubre y Compuesto Patas y Pezuñas. PTA Leche y PTA Proteína resultaron no significativos. Wilder y Van Vleck (1988) obtuvieron similares resultados con animales Holando Americano. Utilizando regresión múltiple, dichos autores hallaron que el tipo lechero fue el carácter de mayor importancia en la determinación del precio, y concluyeron que si los precios del mercado reflejan la demanda de los consumidores, parecería que los tamberos ponen más énfasis en el tipo de los toros probados de lo que previamente se creía. Cassell et al (2001) observaron que si bien ciertos fenotipos, particularmente aquellos con ubres muy profundas, pezones desviados, o bien ángulos de pies inadecuados, podrían dificultar la producción a lo largo de la vida productiva, el consenso actual de los investigadores alienta futuros programas de mejoramiento con un menor énfasis en el tipo. No obstante, la percepción y tradición de la industria lechera y ciertos sistemas de evaluación de tipo fuertemente afianzados, harían improbable tal cambio de rumbo en la investigación en los Estados Unidos. En tanto, en nuestro país cada productor elige los toros con criterios diferentes, siendo las variables de mayor consideración, aquellas predicciones del reproductor para caracteres de ubre y de producción de leche. En general se considera un conjunto de variables a la hora de elegir y no una sola.

La transformación de los precios a su Logaritmo Natural mejoró sustancialmente el modelo. Esto es consistente con Pruzzo y Jordan (2006), quienes utilizaron la misma transformación al analizar los factores que afectan el precio de los toros de razas carniceras. También Schroeder et al (1992) utilizaron esta transformación, cuando analizaron los precios de toros lecheros en Estados Unidos. La exclusión del índice TPI resolvió el problema de multicolinealidad, liberando los efectos

individuales de las variables sobre el precio. Schroeder et al (1992) concluyeron que la multicolinealidad entre TPI y las variables PTA, hace que dicho índice sea estadísticamente redundante cuando el modelo incluye también las variables individuales. La inclusión de un término de segundo orden (PTA Tipo²), además de resolver el problema de no linealidad de la ecuación, redujo la heteroscedasticidad de los errores. Todo ello posibilitó finalmente, la obtención de una ecuación hedónica con adecuada capacidad para predecir los precios del semen. Cabe comentar que también Wilder y Van Vleck (1988) hallaron cambios significativos en el ajuste de su modelo, cuando incluyeron un término de segundo orden de la variable tipo; con lo cual concluyeron que en general, el énfasis puesto por las empresas en el tipo lechero al determinar el precio del semen, no es lineal.

El tercer modelo, que incluyó los méritos: Neto, Quesos y Fluidos, presentó un pobre ajuste y la presencia de multicolinealidad entre los tres estimadores, que resultaron no significativos. Estos resultados podrían deberse a que actualmente en Argentina, es muy reciente el conocimiento de éstos índices por parte de los productores tamberos, y por lo tanto pocos los tienen en cuenta aún, al decidir qué toros utilizar en sus rodeos.

Conclusiones

El precio de mercado del semen de toros lecheros en Argentina presenta gran variabilidad y depende de la oferta de los Centros de Inseminación y de la demanda de los productores tamberos. Ambos actores deben estar al tanto de los factores que impactan los precios, para lograr una adecuada toma de decisiones de compra y comercialización.

Las predicciones de mérito genético del reproductor ejercen influencia sobre el precio de su semen comercializado, resultando las predicciones para grasa butirosa, tipo lechero,

e Índices Compuesto de Ubre y Patas y Pezuñas, las variables que más afectaron la decisión de compra para la muestra analizada.

Agradecimientos

La financiación para esta investigación proviene de un subsidio de la Secretaría de Ciencia y Técnica, Universidad de Buenos Aires (UBACyT G042/08).

Bibliografía

- Cassell, B.G. 2001. Optimal genetic improvement for the high producing cow. *Journal of Dairy Science*, Vol. 84, E Supplement 144-150. Juan Debernardi S.R.L. "Catálogo Holstein 2008". Pág. 57, 2008. <http://www.holsteinusa.com>
- Ladd, G.W. and Martin, M. 1976. Prices and demand for input characteristics. *American Journal of Agricultural Economics*. 58: 21-30.
- Martín, G., Labeaga, J.M. y Mochón, F. 1997. Introducción a la econometría. Prentice Hall Iberia, Madrid.
- Pruzzo, L. y Jordan, A. 2006. Factores que afectan el precio de venta de toros de razas de carne en Argentina. Resúmenes 29º Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal, Vol. 26 Supl. 1: 272-274
- Richards, T. and Jeffrey, R.S. 1996. Establishing Indices of Genetic Merit Using Hedonic Pricing: An Application to Dairy Bulls in Alberta. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 44: 3, 255-264.
- Schroeder, T.C., Espinosa, J., and Goodwin, F.K. 1992. The value of genetic traits in purebred dairy bull services. *Review of Agricultural Economics*. 14, 2: 215-225.
- Troncoso, J.L., Aguirre, M., Manríquez, P. y Mundiogo, D. 2008. Influencia del calibre, mercado de destino y mes de comercialización en el precio de la palta Hass: un enfoque hedónico. *Cien. Inv. Agr.* 35(3): 283-288.
- Wilder, J.S. and Van Vleck, L.D. 1988. Relative Economic Values Assigned to Milk, Fat Test, and Type in Pricing of Bull Semen. *Journal of Dairy Science*. 71, 2: 492-497.