

FACTORES AGROECOLÓGICOS QUE INCIDEN EN LA VARIACIÓN DE LOS PRECIOS DE LA REPOSICIÓN VACUNA

Bruno Lanfranco¹
José Pedro Castaño²

INTRODUCCIÓN

La investigación dedicada al estudio de los mercados de haciendas ha demostrado que el ganado no puede ser considerado como un producto homogéneo. Por el contrario, se trata de un producto claramente diferenciado. Existe un diferencial de precios para el ganado comercializado que, en buena medida, depende de la calidad del mismo. Dicha calidad puede ser medida a través de una serie de características o atributos y las diferencias, expresadas en términos de premios y descuentos sobre el precio de compraventa. Efectivamente, cualquier lote de ganado puede ser visto como un conjunto o colección de características medibles que lo describen completamente. Compradores y vendedores asignan distinto valor a lotes con diferentes combinaciones de características. El valor asignado va de acuerdo a sus objetivos empresariales y gustos personales.

Lanfranco, Ois y Bedat (2006) cuantificaron la incidencia de las características del ganado, las estrategias de comercialización y las condiciones del mercado en la formación de los precios del ganado vacuno de reposición, en el Uruguay. Entre las características de los animales que componen un determinado lote puesto a la venta, los autores constataron que el peso vivo de los animales, el sexo, la raza predominante y la presencia de determinadas cruzas, la uniformidad de tamaño y conformación, así como la clase y el estado de los mismos, son las de mayor relevancia para el comprador. Si bien muchos de estos atributos pueden medirse más o menos objetivamente, el juicio que sobre la calidad del ganado se realiza mediante la apreciación visual sigue siendo un elemento fundamental.

Paralelamente, el orden de venta o de entrada a pista en los remates ganaderos, la cantidad de cabezas que componen el lote son todas estrategias de comercialización que también se reflejan en los precios de la hacienda. En el caso de los remates por pantalla, la importancia de la apreciación visual directa se manifiesta a través del juicio general del inspector que certifica el lote, más allá de las imágenes de video. Las recomendaciones realizadas por éstos son muy apreciadas por los compradores (Lanfranco, Ois y Bedat, 2006). La coyuntura del mercado se expresa a través de las expectativas de precios, que en el caso de la reposición para faena, como destino final, está vinculada a factores como el precio del novillo gordo y el valor del dólar.

No obstante, más allá de los atributos propios del ganado, las condiciones del mercado y las estrategias de comercialización, esta investigación remarcó la existencia de importantes efectos geográficos y estacionales. Aunque muchos de estos efectos han sido conocidos comúnmente por los productores y por otros agentes de la cadena cárnica, ningún estudio realizado hasta entonces centró su esfuerzo en identificar las causas y la magnitud real de este tipo de factores, en sistemas pastoriles de producción de carne.

¹ Ing. Agr., MSc, PhD, Economía Aplicada. Programa Nacional de producción de Carne y Lana, INIA.

² Ing. Agr., Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS), INIA.

Lanfranco, Ois y Bedat (2006) encontraron diferencias significativas entre los precios pagados por lotes de diferentes categorías vacunas de reposición, *ceteris paribus*, en razón la zona geográfica de procedencia de los animales. Los autores sugirieron que la zona de procedencia enmascara posiblemente los efectos de una serie de variables relevantes en la formación de los precios del ganado. El tipo de suelos, los sistemas de producción predominantes a partir de los mismos y las condiciones agroclimáticas imperantes, son todos factores que incidir en aspectos nutricionales y de manejo que afectan, a su vez, el estado y desarrollo de los animales.

En el estudio referido, la procedencia del ganado fue identificada exclusivamente a través del departamento de origen, lo cual no constituyó una delimitación en regiones homogéneas, desde el punto de vista agroecológico. A su vez, la reducida cantidad de años de información disponible en ese momento no otorgaba una variabilidad suficiente en los datos como para relevar los efectos de aquellos factores agroecológicos involucrados. En particular, Lanfranco, Ois y Bedat (2006) reconocieron como una limitante El hecho de los efectos de agroclimáticos fueran considerados en términos de promedios, a través de variables estacionales.

Estos autores sugirieron, por tanto, la idea de que los futuros trabajos en la materia pudieran discriminar la procedencia de los animales a nivel de unidades geográficas más pequeñas (secciones policiales o judiciales, áreas censales). Asimismo, abogaron por la inclusión de variables agroecológicas en forma explícita, ya sea medidas en forma directa o en forma combinada mediante el uso de índices (precipitaciones, temperaturas, humedad del suelo, evapotranspiración, condición de las pasturas). Esto permitiría capturar con mayor fidelidad los efectos microclimáticas sobre la oferta de animales.

El objetivo planteado en el presente estudio fue la cuantificación de los efectos agroecológicos sobre las condiciones del mercado de haciendas, en el Uruguay. Se postula que las diferencias de carácter permanente entre distintas regiones agroecológicas del país se derivan, fundamentalmente, del tipo de suelos, incluyendo su productividad y capacidad de almacenamiento de agua. A dichos efectos permanentes, se suma la variación climática estacional que determina el ciclo anual de crecimiento de las pasturas y los efectos temporarios debido a desviaciones en el comportamiento promedio de las condiciones agrometeorológicas.

La magnitud de estos efectos se ve reflejada a través de la contribución marginal que cada uno de los factores considerados realiza en la determinación de los precios en el mercado de haciendas, en un momento determinado. Su cuantificación permite identificar patrones micro-regionales en los precios del ganado, que pueden ilustrarse a través de mapas de iso-precio, a través de un componente estático o permanente y un componente dinámico o variable.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base de datos para el estudio se confeccionó utilizando información de remates por pantalla, provenientes de los tres mayores mercados que operan en la actualidad en el Uruguay: Lote 21, Plaza Rural y Pantalla Uruguay. El análisis se centró en las transacciones de lotes negociados al kilo. Por lo general, las categorías comercializadas de esta manera, en el mercado de reposición, son la totalidad de los machos, así como las vacas de internada y lotes de terneras o vaquillonas cuyo destino podría ser indistintamente el engorde o la reposición de vientres. La base se compuso de 14.476 observaciones o lotes individuales inscriptos para remate, provenientes de 91 remates por pantalla ocurridos entre junio de 2002 y diciembre de 2008. Pantalla Uruguay contribuyó con 23 remates transcurridos entre el 11/6/02 y el 27/12/04, Plaza Rural aportó 43

remates ocurridos entre el 2/7/03 y el 19/12/07, en tanto que Lote 21 cedió la información de 25 remates realizados entre el 25/10/05 y el 9/6/09.

Para hacer los resultados de esta investigación comparables con estudios anteriores realizados en el país, se retomó el modelo teórico desarrollado por Lanfranco, Ois y Bedat (2006), quienes adaptaron el enfoque relativo a los mercados de factores de Ladd y Martin (1976) en el marco de la teoría de precios hedónicos de Rosen (1974). De este modo, el mercado de haciendas y el papel de las características de los animales en su comercialización se puede analizar considerando que una firma ganadera produce ganado que, a su vez, es insumo o factor de producción para otras firmas ganaderas o para frigoríficos y mataderos.

Los modelos de precios hedónicos pueden ser estimados mediante regresión multivariada simple, por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). En este caso, la variable dependiente fue el precio en dólares por kilogramo en pie (US\$/kg) registrado para cada lote de ganado vacuno rematado. Como variables independientes, se consideraron las características del lote, las condiciones de mercado, las estrategias de mercadeo y las variables agroecológicas, todas incluidas en el vector \mathbf{z} . Por su lado, la función de precios $p(\mathbf{z})$ debe permitir la inclusión de relaciones no lineales (Rosen, 1974; Faminow y Gum, 1986). Por este motivo, se incluyeron términos cuadráticos para varias de las variables seleccionadas.

Para el lote $n = 1, \dots, N$, dado el conjunto de K características que lo describen completamente, la función $p(\mathbf{z})$ puede expresarse como:

$$p_n = \varphi + \sum_{k=1}^K \vartheta_k z_{nk} + \sum_{k=1}^K \rho_k z_{nk}^2 + \sum_{i=1}^K \sum_{k=1}^K \zeta_{ik} z_{ni} z_{nk} + \varepsilon_n, \quad i \neq k \quad (1)$$

Las variables z_{nk} y z_{nk}^2 representan las relaciones lineales y cuadráticas de la característica k , en tanto que el producto $z_{ni} z_{nk}$ representa la posible interacción de la variable k con la variable i , todas para el lote n . El modelo posee 1 constante, K relaciones lineales, K relaciones cuadráticas y $(K \times K) - K$ interacciones. Los coeficientes φ , ϑ_k , ρ_k y ζ_{ik} son los parámetros a ser estimados por MCO a través de la regresión multivariada. Nótese sin embargo que no se consideraron todas las posibles interacciones entre variables (por ejemplo, no se considera una interacción sexo-raza) lo que significa que el valor de algunos coeficientes ζ_{ik} se fijó en cero. El término ε_n representa el error residual, el cual es independiente e idénticamente distribuido, tal que $\varepsilon_n \sim N(0, \sigma^2 \mathbf{I})$.

Diferenciando (1) con respecto a z_k se obtiene el precio o valor marginal implícito para la característica k . Dejando de lado el subíndice referente al lote y sustituyendo por los coeficientes estimados para los parámetros, $\hat{\vartheta}_k$, $\hat{\rho}_k$ y $\hat{\zeta}_{ik}$ se obtiene la expresión empírica que, de existir relaciones cuadráticas e interacciones entre características, puede referirse como:

$$p_k = \hat{\vartheta}_k + 2\hat{\rho}_k z_k + \hat{\zeta}_{ik} z_i, \quad i \neq k \quad \text{y} \quad k = 1, \dots, K. \quad (2)$$

Los precios hedónicos o valores marginales observados en (2) simplemente conectan los precios de reserva de equilibrio, δ y θ , con las características que determinan la calidad del producto, tal que $\delta(\mathbf{z}) = p(\mathbf{z}) = \theta(\mathbf{z})$, no revelando ninguna información acerca de las funciones de oferta y demanda subyacentes. Para tratar el problema de heteroscedasticidad de la matriz de varianza-covarianza se utilizó el estimador consistente de White (1980) con las correcciones

recomendadas por Davidson y MacKinnon (1993). El desarrollo teórico del modelo puede reverse en detalle en Lanfranco, Ois y Bedat (2006) y en Lanfranco y otros (2009).

En lo que respecta a las características del ganado, condiciones de mercado y estrategias de mercadeo se utilizaron las mismas variables consideradas por Lanfranco, Ois y Bedat (2006). En dicho trabajo se ofrece un completo detalle de dichas variables así como la justificación de su uso. En esta sección, por tanto, se brinda una solamente una breve descripción. Al solo de efecto de controlar las condiciones de mercado al momento de cada remate, se incorporó la información sobre el tipo de cambio (TC) provino del Banco Central del Uruguay. Se utilizó el promedio entre compra y venta del dólar interbancario del mes correspondiente. Las condiciones de mercado cárnico se consideraron a través de la variable PINAC correspondiente a los precios en primera balanza del novillo gordo para faena del Instituto Nacional de Carnes.

Las variables relativas a características de cada lote y estrategias de mercadeo se tomaron de los catálogos de remate respectivos, ya sea directamente (variables cuantitativas) o indirecta, utilizando *proxies* (para las variables descriptivas). Como variables cuantitativas se utilizaron: orden de venta (ORDEN), tamaño del lote (TLOTE) y peso promedio de los animales (PESO). Como variables cuantitativas ordinales (discretas) se utilizaron la clase (CLASE) y el estado (ESTADO) de los animales. Como variables binarias simples (sí/no) se utilizaron el sexo de los animales (MACHOS), uniformidad por edad (EDADU), uniformidad por tamaño y conformación (UNIF), presencia de cruza, a saber Hereford/Angus (CZ1), otras británicas/continentales (CZ2) y otras cruza (CZ3), procedencia de zona de garrapata (ZGAR), conocimiento del mio-mio (MIOMIO), manejo nutricional en pasturas mejoradas o suplementación (MEJ) y recomendación del inspector que certificó el lote para remate (RECOM).

Como variables binarias compuestas, se utilizó la raza predominante, a saber, Hereford (RAZA1), Aberdeen Angus (RAZA2), otras razas británicas (RAZA3), razas continentales (RAZA4), razas lecheras (RAZA5), razas cebuinas (RAZA6) y lotes sin raza definida (RAZA7); y estación o trimestre de venta: verano (T1), otoño (T2), invierno (T3) y primavera (T4).

Inicialmente, para capturar los efectos permanentes derivados de las diferentes regiones de producción, se optó por la zonificación utilizada por Andregnette y Baethgen (2004), quienes para estimar el potencial de producción de carne en el país consideraron 11 zonas agroecológicas, basadas fundamentalmente en la dominancia de determinados grandes grupos de suelo en las diferentes secciones policiales del país. Al respecto, los autores señalaron que algunas secciones policiales incluidas en una zona determinada presentaban una gran homogeneidad, ya que la mayor parte de su área estaba dominada por suelos pertenecientes a un mismo gran grupo. En contraste, en otras secciones policiales coexistían proporciones similares de suelos pertenecientes a diferentes grandes grupos.

Sin embargo, los resultados obtenidos con dicha zonificación no fueron satisfactorios en este modelo (Lanfranco y otros, 2009). Este no pudo determinar claramente las diferencias entre algunas zonas, a la vez que produjo algunas inconsistencias en los resultados de otras. Es muy probable, entonces, que las zonas agroecológicas, tal como están definidas, no fueran la mejor forma de capturar los factores permanentes, en la forma requerida por este trabajo. En base a esto, el modelo fue modificado para utilizar, como alternativa, los valores de índice CONEAT, como

medida de la productividad, y la capacidad de retención de agua (CRA) de los suelos, expresada en milímetros. En ambos casos se utilizaron promedios ponderados a nivel de sección policial.

Para modelar la cantidad y calidad de las pasturas se utilizó el índice diferencial de vegetación normalizado, conocido como NDVI por su sigla en idioma inglés (*normalized difference vegetation index*). Este índice permite estimar el estado de una vegetación mediante sensores remotos, de acuerdo a la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la misma emite o refleja. Los valores con base mensual de NDVI para Uruguay son publicados por la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) del INIA³. A los efectos de la estimación se tomaron los valores promedio correspondientes al mes previo a la venta de cada lote de ganado

La disponibilidad de agua, tanto para animales como pasturas, se consideró a través de dos variables. La variable PAD mide el porcentaje de agua disponible en el perfil, en relación a la capacidad de campo (100%), en tanto que la variable ANR refiere a la cantidad de agua no retenida, la cual es la suma del escurrimiento superficial y los excesos de agua en el suelo, o sea, que exceden el contenido de agua en el suelo a capacidad de campo. Se utilizaron valores decádicos de PAD y ANR estimados por la Unidad GRAS de INIA, acumulados para el trimestre inmediato anterior a cada transacción.

El modelo consideró términos cuadráticos para las variables referidas al orden de entrada (ORDEN2), tamaño del lote (TLOTE2), peso promedio de los animales del lote (PESO2), índice de productividad (CONEAT2), capacidad de retención de agua (CRA2), índice verde (NDVI2), porcentaje de agua disponible (PAD2) y agua no retenida en el suelo (ANR2). Por otro lado, se consideraron las siguientes interacciones entre variables: estado del ganado y peso promedio (EXP), tamaño de lote y peso promedio (TXP), agua no retenida y porcentaje de agua disponible (AXC), índice verde y trimestre (NXT1 al NXT4), agua no retenida y trimestre (AXT1 al ANXT4), porcentaje de agua disponible y trimestre (CXT1 al CXT4).

El lote base fue definido como un lote de hembras, proveniente de una zona sin garrapata de la zona sur, de raza Hereford, sin presencia de cruza ni mezclas de otras razas, vendido al contado en la primavera (octubre a diciembre). El peso promedio del lote fue estimado por el inspector y no fue destacado por uniformidad ni en edad ni en tamaño, siendo su alimentación previa al remate sobre campo natural, no conecedor de mío-mío y no habiendo sido explícitamente recomendado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la estimación del modelo hedónico por MCO sólo se consideraron las observaciones correspondientes a lotes efectivamente subastados, quedando de esta manera la base de datos integrada finalmente por $N = 12.518$ observaciones.

Para evitar problemas de singularidad en la matriz de datos debido a la presencia de una constante en la regresión, se descartó una de las opciones en las variables binarias compuestas (RAZA1 y T4) y sus posibles interacciones. Para las variables binarias simples (MACHOS, EDADU, UNIF, CZHA, CZBC, CZLU, ZGAR, MIOMIO, MEJ y RECOM), la opción por defecto es aquella en que la variable toma valor 0 (cero).

³ INIA-GRAS. <http://www.inia.org.uy/online/site/951411.php>

CUADRO 1 – ESTIMACIÓN DEL MODELO HEDÓNICO

Descripción	Variable	Estimación del Parámetro	Desviación Estándar	Estadístico-t	Probabilidad y Significación
Constante de regresión	c	0,6247390	0,0582970	10,7165	0,000 ***
Orden de entrada (#)	ORDEN	- 0,0002910	0,0000794	- 3,6664	0,000 ***
ORDEN cuadrático (#)	ORDEN2	0,0000008	0,0000002	3,2552	0,001 ***
Tipo de cambio (\$/US\$)	TC	- 0,0079689	0,0004564	- 17,4614	0,000 ***
Precio novillo (US\$/kg)	PINAC	0,6954960	0,0081748	85,0778	0,000 ***
Verano (Sí/No)	T1	0,0394330	0,0319400	1,236	0,217
Otoño (Sí/No)	T2	- 0,0991120	0,0278730	- 3,5558	0,000 ***
Invierno (Sí/No)	T3	0,1003700	0,0379890	- 2,6421	0,008 ***
Machos (Sí/No)	MACHOS	0,1743980	0,0021915	79,5782	0,000 ***
Tamaño de lote (#)	TLOTE	0,0003411	0,0000796	4,2848	0,000 ***
TLOTE cuadrático (#)	TLOTE2	- 0,0000002	0,0000001	- 1,4268	0,154
Peso vivo promedio (kg)	PESO	- 0,0009655	0,0000661	- 14,6065	0,000 ***
PESO cuadrático (kg ²)	PESO2	0,0000001	0,0000001	1,3652	0,172
Tamaño lote × Peso (kg)	TXP	- 0,0000007	0,0000002	- 2,8176	0,005 ***
Estado × Peso (kg)	EXP	0,0000389	0,0000073	5,3044	0,000 ***
Aberdeen Angus (Sí/No)	RAZA2	0,0073260	0,0029021	2,5244	0,012 ***
Otras Británicas (Sí/No)	RAZA3	- 0,0221220	0,0037454	- 5,9065	0,000 ***
Continental (Sí/No)	RAZA4	- 0,0198900	0,0081355	- 2,4448	0,015 **
Lecheras (Sí/No)	RAZA5	- 0,1501830	0,0089248	- 16,8277	0,000 ***
Cebuinas (Sí/No)	RAZA6	- 0,0170660	0,0092091	- 1,8532	0,064 *
Raza No Definida (Sí/No)	RAZA7	- 0,0260030	0,0028906	- 8,9958	0,000 ***
Hereford×Angus (Sí/No)	CZHA	0,0044192	0,0016986	2,6017	0,009 ***
Británica×Contin. (Sí/No)	CZBC	- 0,0084072	0,0014738	- 5,7045	0,000 ***
Lechera-Cebú (Sí/No)	CZLU	- 0,0005941	0,0013179	- 1,4508	0,652
Zona Garrapata (Sí/No)	ZGAR	- 0,0016965	0,0017229	- 0,9847	0,325
Edad Uniforme (Sí/No)	EDADU	0,0137160	0,0020342	6,7428	0,000 ***
Clase (puntaje 3 a 10)	CLASE	0,0094772	0,0006129	15,4638	0,000 ***
Estado (puntaje 3 a 10)	ESTADO	- 0,0055748	0,0020640	- 2,7010	0,007 ***
Mejoramientos (Sí/No)	MEJ	0,0016257	0,0022736	0,7150	0,475
Mio-Mio (Sí/No)	MIOMIO	0,0082291	0,0024815	3,3162	0,001 ***
Uniformidad (Sí/No)	UNIF	- 0,0056125	0,0017923	- 3,1315	0,002 ***
Recomendado (Sí/No)	RECOM	0,0152850	0,0021833	7,0010	0,000 ***
Índice CONEAT (#)	CONEAT	0,0005881	0,0002233	2,6342	0,008 ***
CONEAT cuadrática (#)	CONEAT2	- 0,0000012	0,0000011	- 3,1478	0,251
Índice verde (#)	NDVI	- 0,0118160	0,0016857	- 7,0095	0,000 ***
Índice verde2 (#)	NDVI2	0,0001167	0,0000131	8,9100	0,000 ***
Cap. retener agua (mm)	CRA	- 0,0008438	0,0001821	- 4,6330	0,000 ***
CRA cuadrática (mm ²)	CRA2	0,0000037	0,0000009	3,9727	0,000 ***
Agua no retenida (mm)	ANR	- 0,0005116	0,0001895	- 2,6999	0,007 ***
ANR cuadrática (mm ²)	ANR2	- 0,0000027	0,0000003	- 10,5181	0,000 ***
Agua disponible (%)	PAD	0,0019011	0,0005724	3,3214	0,001 ***
PAD cuadrática (% ²)	PAD2	- 0,0000076	0,0000034	- 2,2325	0,026 **
ANR × PAD (mm ²)	AXC	0,0000115	0,0000022	5,1909	0,000 ***
NDVI × Verano	NXT1	0,0023106	0,0004918	4,6986	0,000 ***
NDVI × Otoño	NXT2	0,0011677	0,0004493	2,5988	0,009 ***
NDVI × Invierno	NXT3	- 0,0022403	0,0005099	- 4,3936	0,000 ***
ANR × Verano	AXT1	- 0,0002691	0,0000877	- 3,0689	0,002 ***
ANR × Otoño	AXT2	0,0003527	0,0000792	4,4509	0,000 ***
ANR × Invierno	AXT3	- 0,0001670	0,0000884	- 1,8880	0,059 *
PAD × Verano	PXT1	- 0,0023106	0,0004918	4,6986	0,000 ***
PAD × Otoño	PXT2	0,0011677	0,0004493	2,5988	0,009 ***
PAD × Invierno	PXT3	- 0,0022403	0,0005099	- 4,3936	0,000 ***

Nivel de significación (α) de la prueba $t_{12,466,\alpha}$ de Student, a dos colas: *** 1%; ** 5%; * 10%.

Renombrando convenientemente los $T = 52$ coeficientes φ , ϑ_k , ρ_k y ζ_{ik} , se obtiene el vector $T \times 1$ de coeficientes $\beta = [\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_T]$. La prueba de significación conjunta de los $T - 1$ parámetros

asociados a las variables de interés determinó el rechazo de la hipótesis nula ($H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{51} = 0$), concluyéndose que el modelo tiene un buen poder de explicativo, en su conjunto. El r^2 de la regresión fue 0,859690 en tanto que el r^2 ajustado fue 0,859116.

En el Cuadro 1 se presentan los coeficientes estimados de los parámetros de la regresión multivariada, acompañados de los correspondientes errores estándar y del estadístico t. En la última columna se aprecia, la probabilidad de cometer error de tipo I y la significación estadística, para tres niveles de α (1%, 5% y 10%). La prueba de significación de los parámetros, para las hipótesis $H_0: \beta_t = 0$ y $H_a: \beta_t \neq 0$, para $t = 1, \dots, 52$, muestra el alto porcentaje de coeficientes de parámetros que resultaron significativos. Un total de 45 de los 52 parámetros estimados fueron estadísticamente significativos (las pendientes son significativamente distintas de 0), al menos al 10% ($\alpha = 0,1$). Para el 5% de significación, 43 parámetros resultaron significativos; reduciendo la probabilidad de cometer error de tipo I a 1%, esta cantidad fue de 45, cifra igualmente alta.

Condiciones del Mercado y Estrategias de Mercadeo:

Los coeficientes asociados a las variables ORDEN y ORDEN2 resultaron estadísticamente significativos. El orden de venta se relacionó en forma negativa pero decreciente con el precio de remate. Esto confirma los hallazgos de Bedat y Ois (2005) y Lanfranco, Ois y Bedat (2006) a nivel nacional, dando lugar a lo que se conoce como “auto-discriminación de los compradores” (Buccola, 1982).

De las variables incluidas para capturar las condiciones que afectaban al mercado, el tipo de cambio (TC) mostró un coeficiente negativo y significativo. Por su parte, el precio del novillo gordo (PINAC) confirmó ser una referencia importante en la determinación del precio del ganado de reposición. Su coeficiente resultó positivo y significativo.

El coeficiente de la variable TLOTE fue significativo y de signo positivo, confirmando la relación directa entre tamaño de lote y precio por kilo. Sin embargo, la condición no lineal de esta relación no pudo ser confirmada en este caso, lo que constituyó una diferencia con los estudios anteriores. El coeficiente correspondiente a TLOTE2, aunque mostró el signo esperado, no fue significativo para ninguno de los niveles considerados. De todos modos, el tamaño de lote exhibió una relación negativa con el peso promedio de los animales, a través de la variable TXP. El tamaño óptimo de animales en un lote puesto a la venta decreció a medida que aumentó el peso promedio (categorías más pesadas).

Características propias del Ganado:

Mientras que el coeficiente de la variable PESO fue significativo y de signo negativo su contraparte cuadrática, PESO2 no lo fue para ninguno de los niveles considerados, aunque nuevamente aquí el signo fue el esperado. No se pudo por tanto, confirmar el carácter no lineal de dicha relación, sugerido por los trabajos anteriores. De acuerdo al coeficiente estimado para la variable EXP, el peso promedio de los animales mostró una interacción positiva con el estado de los animales. A igualdad de peso, los animales con mejor estado reciben un mejor precio por kilo, *ceteris paribus*. De la misma forma, un bajo peso en animales adultos puede verse asociado a una peor condición corporal, en tanto que una categoría joven, puede estar en excelente estado con ese mismo peso, obteniendo un mejor precio por kilo.

El coeficiente estimado para la variable MACHOS fue significativo al 1% y de signo positivo. Los lotes compuestos exclusivamente por machos se cotizaron, en promedio, 17 centavos de dólar por encima de los lotes compuestos por hembras o mixtos. Lanfranco, Ois y Bedat (2006) sugirieron que, a igualdad de otras condiciones, el mercado paga más por los machos debido a que el principal destino de las categorías de hembras solteras es el rodeo de cría, aumentando por lo tanto el lapso de tiempo para su transformación en el producto final del sector primario, es decir, en carne. Recién al final de su vida útil como vientres entran al proceso de invernada y engorde.

En lo que respecta a la raza predominante, todos los coeficientes estimados resultaron estadísticamente significativos, lo cual significa que, a juicio de los compradores, esta es una característica relevante. Siendo el lote base correspondiente a la raza Hereford, los resultados indican que los lotes cuya raza predominante fue Aberdeen Angus recibieron un premio de 0,73 centavos de dólar por kilo; el coeficiente respectivo (RAZA2) resultó positivo y significativo. Para lotes sin predominancia de una raza definida o con una predominancia de británicas, continentales, lecheras y cebuinas, se observó un descuento en el precio por kilo con respecto al Hereford, situado en el entorno de los 2 centavos por kilo, excepto para las razas lecheras. En este último caso, el descuento alcanzó los 15 centavos por kilogramo en pie, *ceteris paribus*.

La presencia de cruza o de lotes compuestos por animales de razas distintas también confirmó ser un elemento importante para los compradores. Aquellos lotes en los que la raza predominante no era Hereford ni Angus pero tenían cruza o algunos animales de estas dos razas (CZHA), recibieron 0,44 centavos por kilo que aquellos lotes donde estas razas estaban ausentes. En cambio, la presencia de cruza continental u otras razas británicas en lotes con predominancia de otras razas (CZBC), resultaron en descuentos en el precio, estimados en 0,88 centavos por kilo. El coeficiente de la variable asociada a las cruza lecheras y cebuinas (CZLU) exhibió signo negativo pero no resultó significativo. Estos resultados coinciden con los estudios anteriores.

La variable numérica CLASE utilizada como *proxy* para la clasificación utilizada en los catálogos, logró capturar dicho efecto en la formación del precio de los lotes vacunos en remate. A medida que mejoró la calificación recibida por un lote, su precio de remate mejoró en 0,95 centavos por kilo, *ceteris paribus*. Por otro lado, la uniformidad del lote, tanto en las edades (EDADU) como en el tamaño y conformación de los animales del lote ganado (UNIF) fueron premiados por el mercado con 1,37 y 0,56 centavos por kilo. En ambos casos, el coeficiente respectivo fue positivo y estadísticamente significativo.

Por otro lado, la condición corporal, medida a través de la variable ESTADO, exhibió una relación negativa con el precio de remate (-0,66¢/kg). Sin embargo, como ya fue discutido, la interacción entre peso y estado mostró un efecto positivo. El descuento recibido por un determinado lote de ganado, por tener mejor estado que otro, disminuyó a medida que su peso aumentaba. Esto sucede hasta llegar a un cierto peso, a partir del cual un incremento en el estado se traduce en un premio. Esto no significa que, a igualdad de otras condiciones, el precio final recibido sea más alto, debido a la relación negativa entre el precio y el peso. Depende, en definitiva, de la diferencia de pesos entre ambos lotes. Esto fue descrito por Lanfranco, Ois y Bedat (2006).

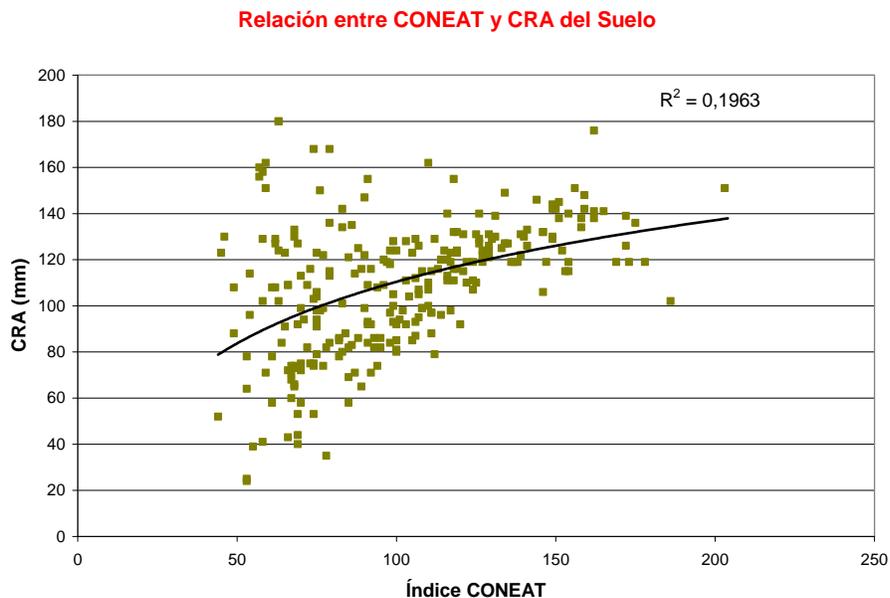
Los resultados obtenidos no permitieron una discriminación del precio del ganado con respecto a su procedencia de zonas libres de garrapata (ZGAR). Lanfranco, Ois y Bedat (2006) sugirieron que probablemente los compradores atiendan más al hecho de que el predio de origen esté libre de garrapata, independiente de si está localizado en una zona libre o no. Por su parte, la

familiaridad del ganado con el mío-mío es visto por los agentes como una ventaja. El coeficiente estimado (MIOMIO) resultó positivo confirmando que se trata de una característica por la que están dispuestos a pagar un premio, que en este estudio fue estimado en 0,82 ¢/kg.

Por último, la significación estadística de la variable RECOM (0,015722) confirmó que los compradores asignan importancia a la opinión subjetiva del inspector. A igualdad de otras condiciones, los lotes recomendados reciben una bonificación de 1,57 centavos por kilo sobre el precio de remate, respecto a los lotes que no han recibido esta calificación. No se encontraron, sin embargo, diferencias respecto al tratamiento nutricional del ganado (MEJ) previo a su venta.

Efectos de las Condiciones Agroecológicas:

Los coeficientes de las dos variables utilizadas para capturar el efecto de los factores agroecológicos permanentes en el precio del ganado, productividad del suelo (CONEAT) y su capacidad de retención de agua (CRA). Si bien existe una cierta asociación entre ambas variables su correlación no es demasiado alta ($r = 0,44$), lo cual permitió la inclusión de ambas en el modelo. En la Gráfica 1 se aprecia que existe una gran variabilidad en la capacidad de retención de agua, fundamentalmente en los suelos de índice CONEAT bajo (<100).

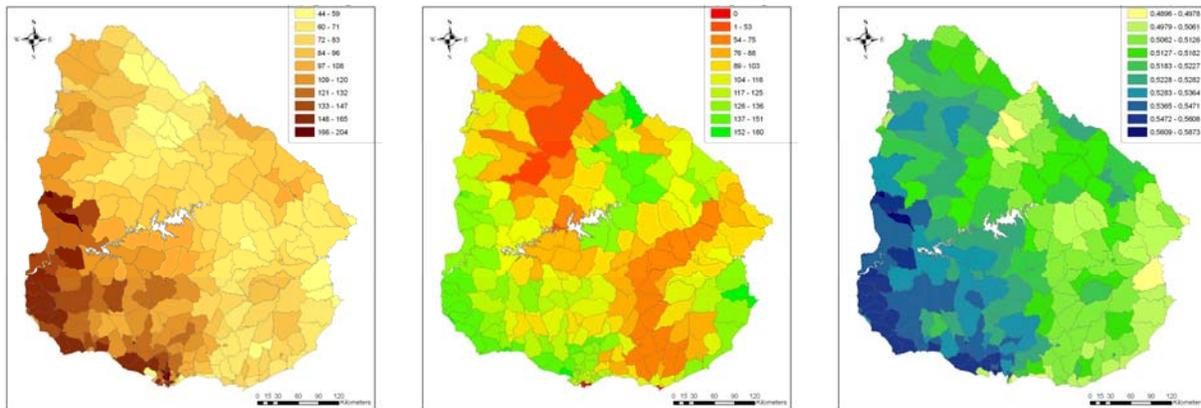


Gráfica 1. Relación entre la Capacidad de Retención de Agua (CRA) del suelo y el índice CONEAT

La variable CONEAT mostró un efecto positivo y lineal sobre el precio de la hacienda. El coeficiente asociado a la variable cuadrática CONEAT2 mostró signo negativo pero no fue estadísticamente significativa para ninguno de los niveles considerados. Por cada unidad extra en el índice de productividad, medido a nivel de seccional policial, de la región de procedencia del ganado, se observó un sobrepeso que fue estimado en 0,06 ¢/kg, *ceteris paribus*. Por el contrario, tanto la variable CRA como CRA2 fueron significativas, con signo negativo y positivo, respectivamente.

El efecto regional de los factores agroecológicos permanentes derivados de estas dos variables sobre el precio del ganado de reposición puede visualizarse a través de un mapa de isoprecios,

como en la Ilustración 1, discriminado a nivel de sección policial. En tanto que el mapa de la izquierda muestra la distribución regional del índice de productividad CONEAT y el del medio hace lo propio con la capacidad de retención de agua, el mapa de la derecha muestra los efectos resultantes sobre el precio pagado por un mismo lote de ganado vendido en determinado momento del año pero proveniente de distintas zonas del país.



Productividad de la Tierra (CONEAT) Capacidad de Retención de Agua en mm (CRA) Efecto del CONEAT y CRA en el precio

Ilustración 1. Efectos agroecológicos permanentes sobre el precio del ganado de reposición.

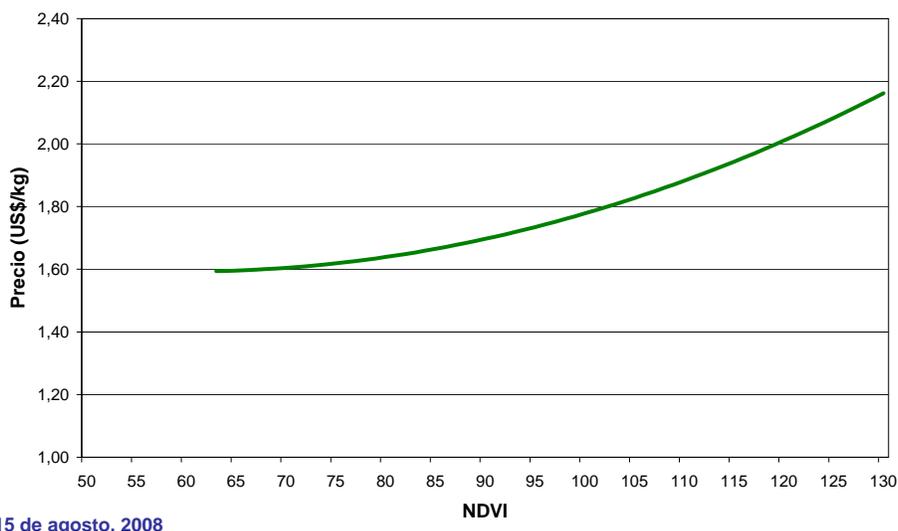
Los tonos más oscuros denotan precios por kilo mayores que los claros. El mapa de precios está construido sobre valores absolutos provenientes de considerar un cierto lote de animales poseedores de un conjunto de características determinadas, vendido en determinada época del año y bajo condiciones agroclimáticas promedio. Sin embargo, los diferencias de colores y por tanto de precios, pueden interpretarse en forma relativa, en términos de premios y descuentos que se derivan únicamente de diferencias en las condiciones agroecológicas de cada zona del país y cuyo carácter es permanente. Esto es, ni la productividad del suelo ni su capacidad de almacenamiento de agua cambian, por lo que, de mantenerse constantes las restantes condiciones agroecológicas, resultarían en dicho patrón regional de precios.

No obstante, existe, en primer lugar, un efecto estacional sobre los precios. Los coeficientes asociados a las variables estacionales correspondientes al otoño (T2) e invierno (T3) fueron significativos. En el primer caso, el signo fue negativo en el primer caso, significando un descuento de casi 10 centavos por kilo en el precio, solamente por haber sido vendido en otoño y no en primavera, que constituyó la base. Por su parte, si el mismo lote fuera vendido en invierno hubiera recibido un premio de 10 centavos. El coeficiente asociado con el trimestre de verano (T1) no fue estadísticamente distinto de cero, no registrando entonces diferencias con relación a la comercialización en primavera.

Por otro lado, las condiciones de humedad y temperatura juegan un papel importante en la disponibilidad de pasturas, por lo que cualquier apartamiento de las condiciones estacionales normales en un año particular puede achicar o exacerbar estas diferencias. Por un lado, los coeficientes (lineal y cuadrático) relativos al índice verde fueron ambos significativos, siendo negativo el signo del término lineal (NDVI) y positivo el del cuadrático (NDVI²). Como se observa en la Gráfica 2. Aunque aquí apenas se grafica el caso de un lote particular, procedente de una zona geográfica determinada y vendido en un determinado momento del año, igualmente permite visualizar una relación general entre la disponibilidad de pasturas y el precio del ganado.

A mejor estado de la cobertura vegetal del suelo, los potreros pueden soportar mayores cargas. Los productores pueden retener ganado, restringiendo la oferta e incluso demandar mayor cantidad de animales para mantener dichas cargas. Lo opuesto ocurre cuando se deteriora el estado de la vegetación.

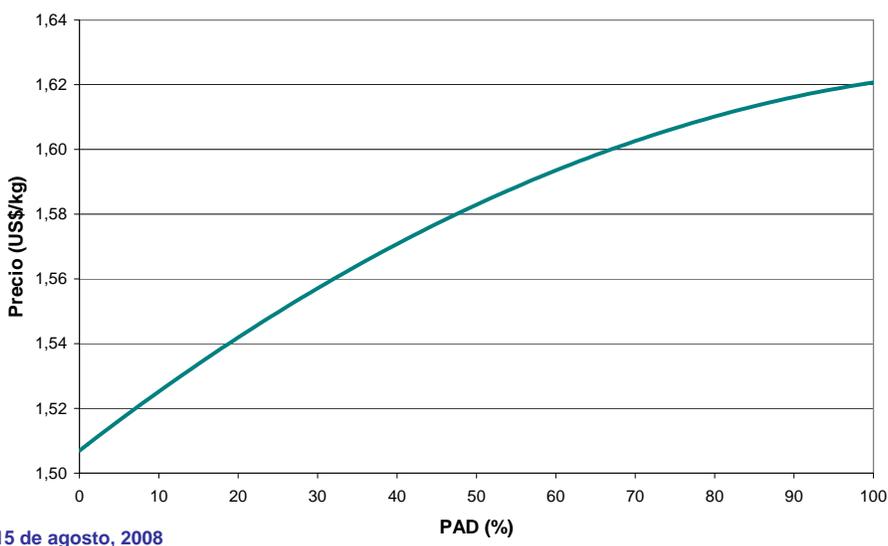
Relación entre el NDVI y el Precio del Ganado



Gráfica 2. Relación entre el estado de las pasturas (NDVI) y el precio del ganado de reposición

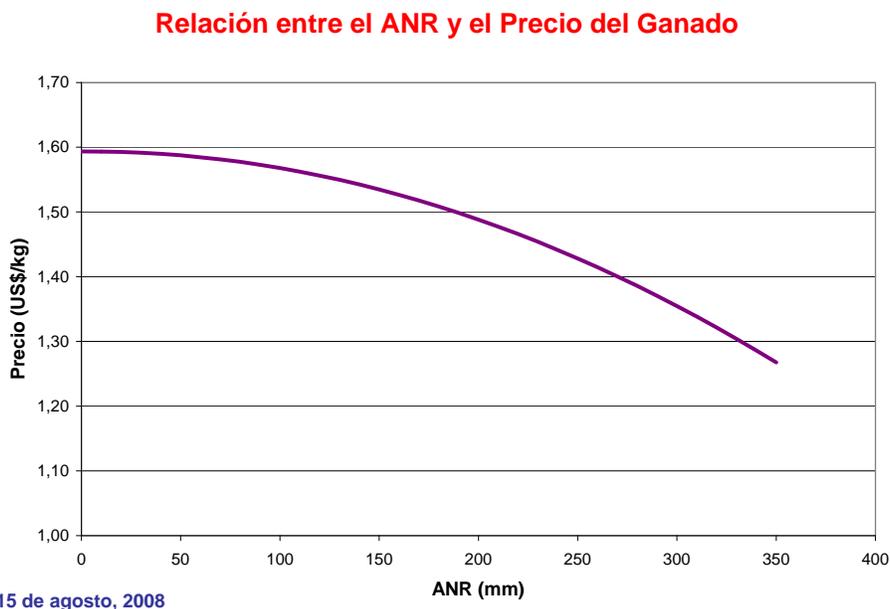
En lo que respecta a la cantidad de agua disponible en el perfil del suelo, expresada en porcentaje, se observó que tanto el coeficiente lineal (PAD) como el cuadrático (PAD2) fueron significativos, siendo positivo el primero y negativo el segundo. A medida que aumentó el agua disponible que en el perfil, el precio aumentó pero en forma decreciente, como se observa en la Gráfica 3.

Relación entre el PAD y el Precio del Ganado



Gráfica 3. Relación entre el agua disponible en el suelo (PAD) y el precio del ganado de reposición

Por su parte, la cantidad de agua no retenida en el suelo mostró una relación negativa y creciente con el precio. Ambos coeficientes (ANR y ANR2) mostraron signo negativo. A medida que aumentó el escurrimiento del agua no retenida en el perfil, el descuento en el precio resultó mayor. Esto puede observarse en la Gráfica 4.



Gráfica 4. Relación entre el agua no retenida en el suelo (ANR) y el precio del ganado de reposición.

Al considerar la interacción entre la cantidad de agua no retenida y el porcentaje de agua disponible en el suelo (AXC), se observó una relación positiva y significativa. Paralelamente, el efecto de los factores agroecológicos no permanentes no es el mismo a través del año, sino que varía entre las estaciones, a partir de las correspondientes interacciones entre NDVI, PAD y ANR con T1, T2, T3 y T4. Por ejemplo, el efecto positivo del estado de las pasturas sobre el precio de las haciendas es menor en invierno y mayor en otoño y fundamentalmente en verano, en tanto que los premios en el precio debido a la disponibilidad de agua se hacen mayores en otoño y menores en verano e invierno, en comparación con la primavera.

Patrones Geográficos en los Precios:

La dinámica en el patrón geográfico de los precios del ganado de reposición para faena se puede observar a través de mapas de iso-precios, como los que se presentan al final de este artículo. A modo de ejemplo, la Ilustración 2 muestra la variación estacional sufrida por dicho patrón de precios para las distintas condiciones agroecológicas que prevalecieron entre el invierno de 2006 y el otoño de 2007. Esto se puede comparar con la evolución del estado de las pasturas (NDVI), agua disponible (PAD) y agua no retenida (ANR), que causan dicha variación en los precios. Puede observarse cómo las condiciones de falta de pasto y agua durante el verano de 2007 en la zona sureste del país derivó en menores precios para el ganado proveniente de esa región, comparado con los de otras, *ceteris paribus*.

La Ilustración 3 muestra otro ejemplo, esta vez para las condiciones ocurridas en el ejercicio 2008/09. Esto permite apreciar la variabilidad en las condiciones agroecológicas entre años, la cual determina patrones diferentes. Nótese la diferencia en el patrón de precios para la zona norte

(Rivera y norte de Tacuarembó), entre el verano y otoño 2007, de condiciones agroecológicas benignas en dicha zona, y el verano y otoño 2009, caracterizado por falta de agua y cobertura vegetal en la misma. En las secuencias referidas se puede apreciar visualmente el importante papel jugado, tanto por la variación estacional promedio como por los desvíos de las condiciones agroecológicas sobre el mercado de haciendas.

CONCLUSIONES

En términos generales, es importante señalar que los resultados obtenidos en este estudio confirman los hallazgos de Lanfranco, Ois y Bedat (2006) y Bedat y Ois (2005), en el sentido que el mercado de haciendas en el Uruguay es un mercado diferenciado. Esto, a su vez, se condice plenamente con la evidencia acumulada por la investigación a nivel internacional. Puede afirmarse, entonces, que existe un diferencial de precios, en términos de premios y descuentos, que depende de una serie de características o atributos exhibidos por los animales puestos a la venta. A su vez, existen una serie de condiciones externas del mercado y estrategias de mercadeo, que, en el corto plazo, inciden en la formación de los precios del ganado, más allá de los atributos inherentes al lote.

Sin embargo, el efecto de las condiciones agroecológicas y climáticas en la formación de los precios de las haciendas no ha sido muy tratado en estudios previos por lo que constituyó el foco central de esta investigación. La inclusión de este tipo de variables en modelos empíricos constituye un aspecto original y no reconoce antecedentes similares en la literatura internacional. La evidencia recogida en este estudio sugiere que, en sistemas de producción ganaderos basados en la producción de pasturas, las condiciones agroecológicas y climáticas afectan la oferta y la demanda de ganado en los distintos momentos del año, con importantes consecuencias en los precios de mercado.

Por un lado, existen diferencias entre zonas agroecológicas, asociadas fundamentalmente al tipo de suelos predominante. Las diferencias en fertilidad, profundidad, textura y drenaje de los distintos tipos de suelos, asociados a una capacidad diferencial de retención de agua, dan lugar a diferencias en la producción y calidad de las pasturas que inciden directamente en los precios que se pagan por el ganado, a igualdad de otras condiciones (*ceteris paribus*). Estas condiciones agroecológicas permanentes tienen una incidencia importante en la conformación de los atributos “calidad” de un lote de ganado, constituyendo un elemento de diferenciación adicional, por el que los compradores de ganado están dispuestos a pagar.

Por otro lado, el ciclo anual de crecimiento de las pasturas por los efectos estacionales del clima introduce una variación también estacional en las condiciones de oferta y demanda de ganado en el mercado. A medida que mejora el estado de las pasturas, a igualdad de otras condiciones, el precio del ganado tiende a caer. Cuando la disponibilidad de pasto no constituye una limitante, como es al caso en una primavera normal, los productores tienen la capacidad de retener mayor cantidad de ganado en el campo. Esto puede restringir la oferta de ganado de reposición por parte de quienes lo tienen; por las mismas razones, la demanda de aquellos productores que necesitan reposición aumenta. Ambos factores actúan conjuntamente, derivando en un alza en los precios. Lo contrario ocurre cuando pasto y agua comienzan a ser una limitante, como ocurre fundamentalmente a la entrada del invierno.

En el mismo sentido, un aumento en los niveles de agua disponible para el ganado opera en el mismo sentido, ya que el productor que tiene agua estará en mejores condiciones de retener las

categorías de reposición, disminuyendo su oferta e incluso incrementando su demanda por un mayor número de animales. Sin embargo, esta relación positiva entre agua disponible y precio se hace decreciente a medida que aumentan los niveles de agua, pudiendo tornarse negativa luego de alcanzar un máximo, cuando este nivel de agua resulta excesivo. Este punto varía de acuerdo a la cantidad de agua en el suelo.

A su vez, los desvíos positivos o negativos sobre las condiciones estacionales promedio constituyen un factor adicional de variabilidad en los precios del ganado. Además, las distintas zonas o regiones agroecológicas tienen una susceptibilidad diferencial frente a dichos desvíos. Responden en forma diferente a los mismos eventos climáticos, exacerbando o reduciendo las diferencias normales entre regiones.

Todo esto tiene importantes consecuencias sobre el mercado de haciendas. En tanto que los productores se adaptan a los patrones estacionales promedio y manejan sus decisiones en consecuencia, la ocurrencia de condiciones extraordinarias, incluyendo eventos climáticos extremos (sequías, inundaciones) es causante de muchos problemas cuando se presentan en forma abrupta o no pueden ser previstos con suficiente antelación. Los efectos negativos sobre el mercado pueden ser muy marcados y conducir a pérdidas importantes, no solo por eventuales muertes de ganado sino por una sensible caída en los precios.

La gran variabilidad observada en las condiciones climáticas y, en particular, la ocurrencia de eventos climatológicos extremos constituye una importante fuente de riesgo económico en la actividad agropecuaria. Incorporar la información sobre las perspectivas climáticas y la probable ocurrencia de desvíos en las condiciones promedio puede ayudar a tomar decisiones económicas a tiempo. Por su parte, el conocimiento de la magnitud potencial de estos efectos negativos brinda elementos para poder sopesar dichas decisiones. Hacia esto ha estado orientado el esfuerzo de este trabajo de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Andregnette y Baethgen (2004) *Estimación del Potencial de Producción de Carne Vacuna en Uruguay*. INAC-FUCREA Serie Técnica 36. Montevideo, Uruguay.
- Bedat, A. y C. Ois (2005) “Funcionamiento y Mecanismos de Formación de Precios en los Remates Ganaderos por Pantalla en el Uruguay.” *Universidad de la República*, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. Trabajo de Investigación Monográfico. Montevideo, Uruguay: 112 pp.
- Buccola, S.T. (1982) “Price Trends at Livestock Auctions.” *Amer. J. Agr. Econ.* 64(1): 63-69.
- Davidson, R. y MacKinnon, J. (1993) *Estimation and Inference in Econometrics*. New York: Oxford University Press.
- Faminow, M.D. y R.L. Gum (1986) “Feeder Cattle Differentials in Arizona Auction Markets.” *West. J. Agr. Econ.* 11(2): 156-163.
- Ladd, G.W. y M.B. Martin (1976) “Prices and Demands for Input Characteristics.” *Amer. J. Agr. Econ.* 58(1): 21-30.
- Lanfranco, B., C. Ois y A. Bedat (2006) *Variabilidad de Corto Plazo en la Formación de Precios en el Mercado Vacuno de Reposición*. INIA Serie Técnica 155: 58 pp.
- Lanfranco, B., J.P. Castaño, M. Porto y M.V. Zorrilla de San Martín (2009) “Incidencia de los Factores Agroclimáticos en los Mercados de Haciendas.” *XL Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria*. Bahía Blanca, Argentina.
- Rosen, S. (1974) “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition.” *J. of Political Econ.* 82(1): 34-55.
- White, H. (1980) “A heteroscedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test for Heteroskedasticity.” *Econometrica*. 48(4): 817-838.

Ilustración 2. Efecto de las condiciones agroecológicas temporarias sobre el precio del ganado de reposición (ejercicio 2006-2007).

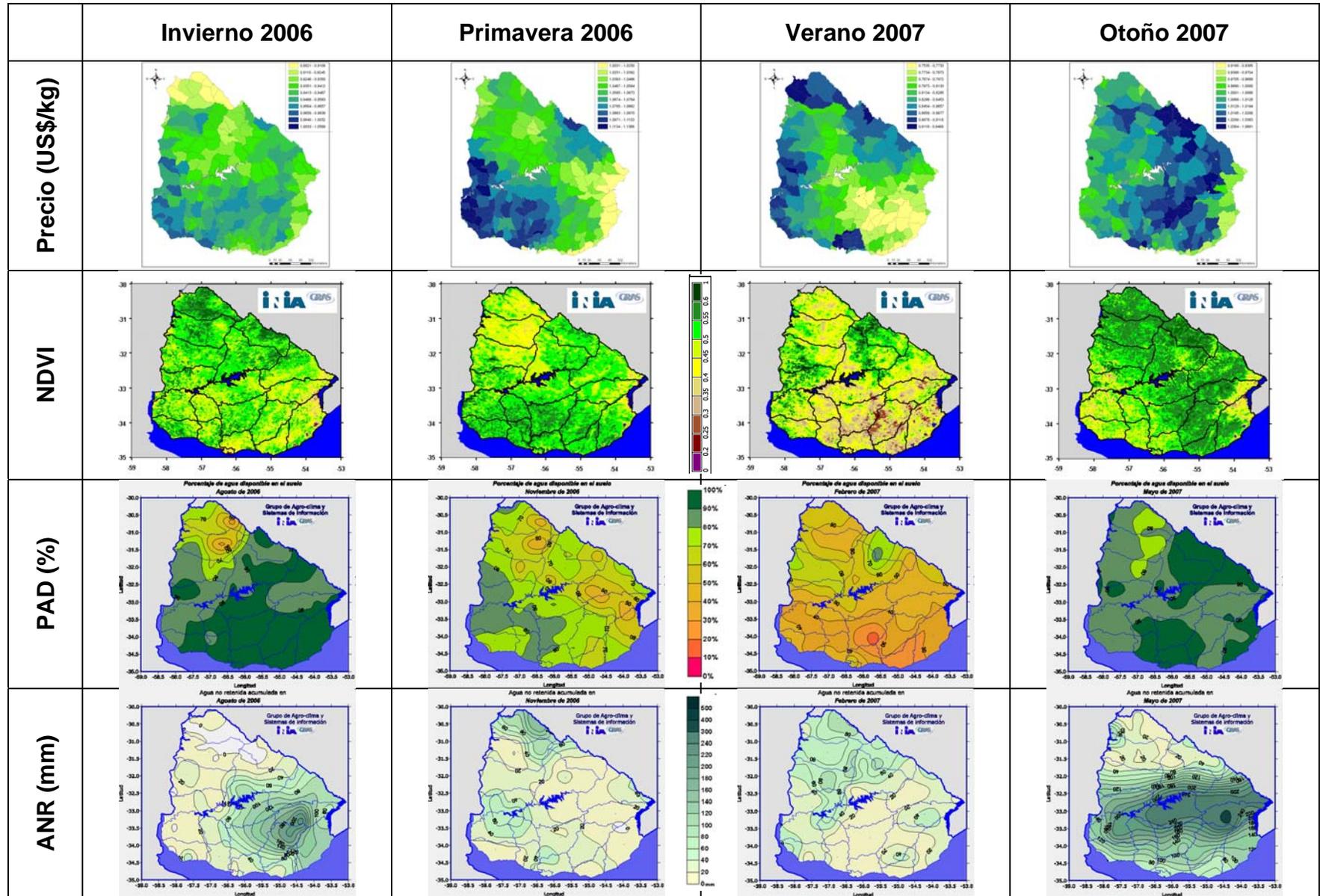


Ilustración 3. Efecto de las condiciones agroecológicas temporarias sobre el precio del ganado de reposición (ejercicio 2008-2009).

