

EL ÍNDICE CONEAT  
COMO MEDIDA  
DE PRODUCTIVIDAD  
Y VALOR  
DE LA TIERRA

Marzo, 2011

SERIE  
TÉCNICA

187

INIA

---

# EL ÍNDICE CONEAT COMO MEDIDA DE PRODUCTIVIDAD Y VALOR DE LA TIERRA

**Autores: Bruno Lanfranco Crespo\***  
**Gonzalo Sapriza Fraga\*\***

\* Ing. Agr., MSc., PhD., Economía Aplicada y Proyectos INIA.

\*\* Licenciado en Economía.

**Título:** EL ÍNDICE CONEAT COMO MEDIDA DE PRODUCTIVIDAD Y  
VALOR DE LA TIERRA

**Autores:** Bruno Lanfranco Crespo  
Gonzalo Sapriza Fraga

Serie Técnica N° 187

©2011, INIA

ISBN: 978-9974-38-307-4

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA  
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay  
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

# Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

## Integración de la Junta Directiva

**Ing. Agr., MSc. Enzo Benech** - Presidente

**Ing. Agr., Dr. Mario García** - Vicepresidente



**Dr. Pablo Zerbino**

**Dr. Alvaro Bentancur**



**Ing. Agr., MSc. Rodolfo M. Irigoyen**

**Ing. Agr. Mario Costa**





# CONTENIDO

|   | Página |
|---|--------|
| 1 INTRODUCCIÓN .....  | 1      |
| 2 MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....  | 3      |
| 2.1 EL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD CONEAT .....   | 3      |
| 2.1.1 Origen y base conceptual del índice de productividad .....                      | 3      |
| 2.1.2 Generación de la cartografía original y los<br>grupos CONEAT .....              | 4      |
| 2.1.3 Productividad a nivel predial y valor de la tierra.....                         | 7      |
| 2.1.4 La aplicación CONEAT en Internet .....  | 8      |
| 2.1.5 Uso actual del índice CONEAT, ventajas y limitaciones ..                        | 10     |
| 2.2 EL MERCADO DE INMUEBLES RURALES EN EL URUGUAY ...                                 | 10     |
| 2.3 EQUILIBRIO EN EL MERCADO DE TIERRAS EN EL MARCO<br>DE LOS MODELOS HEDÓNICOS ..... | 12     |
| 3 MATERIALES Y MÉTODOS.....   | 19     |
| 3.1 BASE DE DATOS UTILIZADA E INFORMACIÓN BÁSICA<br>REGISTRADA .....                  | 19     |
| 3.1.1 Definición de la base de datos .....  | 19     |
| 3.1.2 Descripción de las variables incluidas en el análisis .....                     | 19     |
| 3.2 ESTIMACIÓN DEL MODELO DE PRECIOS HEDÓNICOS .....                                  | 26     |
| 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 28     |
| 4.1 ESTADÍSTICAS BÁSICAS DEL MODELO .....   | 28     |
| 4.2 APLICACIÓN Y RESULTADOS DEL MODELO DE<br>PRECIOS HEDÓNICOS .....                  | 30     |
| 4.2.1 Configuración del modelo .....  | 30     |
| 4.2.2 Resultados de la estimación .....   | 31     |
| 5 PRINCIPALES CONCLUSIONES .....  | 36     |
| 6 BIBLIOGRAFÍA .....  | 38     |



## ÍNDICE DE CUADROS

|  | Página |
|--|--------|
| CUADRO 1. NÚMERO DE OPERACIONES, SUPERFICIE TRANSADA Y VALOR .....   | 28     |
| CUADRO 2. NÚMERO DE OPERACIONES, SUPERFICIE TRANSADA POR DEPARTAMENTO .....                                | 29     |
| CUADRO 3. NÚMERO DE OPERACIONES, SUPERFICIE TRANSADA, CONEAT Y PRECIO PROMEDIO, SEGÚN APTITUD DE USO ..... | 30     |
| CUADRO 4. RESULTADO DE LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE PRECIOS HEDÓNICOS .....                                 | 32     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| FIGURA 1. MAPA DE LA CIDE CON DE ZONAS DE USO Y MANEJO DE SUELOS DEL URUGUAY .....     | 5      |
| FIGURA 2. CARTA DE RECONOCIMIENTO DE SUELOS DEL URUGUAY, 1:1.000.000 (1976) .....      | 6      |
| FIGURA 3. PADRONES, GRUPOS DE SUELOS CONEAT E ÍNDICE DE VALOR REAL .....               | 8      |
| FIGURA 4. ÍNDICES DE PRODUCTIVIDAD PROMEDIO DE LAS ÁREAS DE ENUMERACIÓN CENSAL .....   | 9      |
| FIGURA 5. PRECIO PROMEDIO POR HECTÁREA, SEGÚN RANGO DE TAMAÑO DE PREDIO .....          | 15     |
| FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN DE LOS PREDIOS COMERCIALES SEGÚN APTITUD PRINCIPAL DE USO ..... | 17     |
| FIGURA 7. EFECTO DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD CONEAT SOBRE EL PRECIO DE LA TIERRA ..... | 18     |
| FIGURA 8. REGIONES AGROPECUARIAS EN EL AÑO 1990 Y 2000.....                            | 20     |
| FIGURA 9. TIERRAS DE APTITUD PRINCIPALMENTE AGRÍCOLA .....                             | 21     |
| FIGURA 10. TIERRAS DE APTITUD PRINCIPALMENTE AGRÍCOLA-GANADERA. ....                   | 22     |
| FIGURA 11. TIERRAS DE APTITUD PRINCIPALMENTE PASTORILES .....                          | 23     |
| FIGURA 12. TIERRAS DE APTITUD PRINCIPALMENTE ARROCERA .....                            | 23     |



|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| FIGURA13. TIERRAS DE APTITUD PRINCIPALMENTE FORESTAL. ....                                 | 24            |
| FIGURA14. TIERRAS DE APTITUD LECHERA .....   | 25            |
| FIGURA 15. PRECIO PROMEDIO POR HECTÁREA, SEGÚN RANGO<br>DE TAMAÑO DE PREDIO .....          | 29            |
| FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE LOS PREDIOS COMERCIALES SEGÚN<br>APTITUD PRINCIPAL DE USO ..... | 30            |
| FIGURA 17. EFECTO DEL ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD CONEAT<br>SOBRE EL PRECIO DE LA TIERRA ..... | 33            |
| FIGURA 18. ELASTICIDAD PRECIO DEL ÍNDICE CONEAT .....                                      | 33            |
| FIGURA 19. AJUSTE DEL PRECIO DE LA TIERRA POR EL ÍNDICE<br>CONEAT (BASE IC = 100) .....    | 34            |
| FIGURA 20. EFECTO DE LA LOCALIZACIÓN SOBRE EL PRECIO DE<br>LA TIERRA .....                 | 35            |

---

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación no hubiera sido posible sin el valioso aporte de la Consultora SERAGRO, quien cedió gentilmente la base de datos utilizada en este trabajo de investigación. En especial, los autores desean reconocer particularmente a los Ing. Agr. Nicolás Lussich y Juan Ponce de León. También desean expresar su agradecimiento por las críticas y sugerencias recibidas de los revisores anónimos, tanto de la Revista Agrociencia como del Congreso Regional de Economía Agraria, donde se expusieron los aspectos metodológicos y los resultados más relevantes. Todo esto contribuyó a mejorar la calidad de esta investigación. Los errores de cualquier índole que puedan subsistir en esta publicación son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Finalmente, esta Serie Técnica está dedicada a la memoria del Dr. Jaime Sapriza Corradi, padre de Gonzalo y amigo de la familia Lanfranco, quien falleció inesperadamente en momentos en que ésta se hallaba estaba próxima a su culminación.

---

*El presente estudio sirvió de base para el trabajo de investigación monográfico presentado por Gonzalo Sapriza ante la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Católica del Uruguay «Dámaso Antonio Larrañaga», para la obtención del título de Licenciado en Economía. La monografía realizada estuvo bajo la dirección de Bruno Lanfranco, siendo defendida el 19 de diciembre de 2008. Los resultados más relevantes fueron presentados en el Segundo Congreso Regional de Economía Agraria, llevado a cabo en Montevideo del 5 al 7 de noviembre de 2008. También se publicaron los principales resultados como artículo científico en la Revista Agrociencia (Vol. XIV, núm. 2).*



## **GLOSARIO DE SIGLAS Y ABREVIATURAS**

**ARU** – Asociación Rural del Uruguay.

**BCU** – Banco Central del Uruguay.

**CONEAT** – Programa Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra.

**CIDE** – Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico.

**CPO** – Condiciones de Primer Orden.

**CPO** – Condiciones de Segundo Orden.

**CRSU** – Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay.

**CHPA** – Comisión Honoraria del Plan Agropecuario.

**DGC** – Dirección General de Catastro y Administración de Inmuebles Nacionales.

**DGI** – Dirección General Impositiva.

**DGRNR** – Dirección General de Recursos Naturales Renovables (actualmente RENARE).

**DIEA** – Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias.

**DNC** – Dirección Nacional de Catastro.

**DNR** – Dirección Nacional de Registros.

**DSA** – Dirección de Suelos y Aguas.

**DSF** – Dirección de Suelos y Fertilizantes (actualmente DSA).

**FAO** – Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (*Food and Agriculture Organization*).

**FRU** – Federación Rural del Uruguay.

**IC** – Índice CONEAT.

**IMPROME** – Impuesto a la Producción Mínima Exigible.

**INIA** – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

**INAC** – Instituto Nacional de Carnes. I

**NC** – Instituto Nacional de Colonización.

**MEC** – Ministerio de Educación y Cultura.

**MEF** – Ministerio de Economía y Finanzas.

**MGA** – Ministerio de Ganadería y Agricultura (actualmente MGAP).

**MGAP** – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

**MH** – Ministerio Hacienda (actualmente MEF).

**MTOP** – Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

**OPP** – Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

**OPYPA** – Oficina de Programación y Política Agropecuaria.

**PRENADER** – Programa de Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo del Riego.

**SIG** – Sistema de Información Geográfica.

**SGM** – Servicio Geográfico Militar.

---

# EL ÍNDICE CONEAT COMO MEDIDA DE PRODUCTIVIDAD Y VALOR DE LA TIERRA

---

## Resumen

*El objetivo de la presente investigación es cuantificar el impacto del índice de productividad CONEAT sobre los precios pagados por los inmuebles rurales en el Uruguay. El índice CONEAT intenta expresar la relación entre la capacidad de producción de un predio, medida en términos de carne y lana, y las unidades de suelo que lo componen. La ventaja de su uso radica en su fácil comprensión por parte de los agentes. La principal crítica es que utiliza exclusivamente parámetros de producción ganadera que hacen cuestionable su uso cuando se comparan inmuebles con otras aptitudes productivas. Sin embargo, aun se lo utiliza frecuentemente para tasar inmuebles rurales o comparar productividad entre inmuebles. Para estimar el valor monetario implícito que los agentes asignan al índice CONEAT, se utilizó un modelo de precios hedónicos. Se analizó información correspondiente a 1.407 transacciones efectuadas entre diciembre de 1993 y abril del 2005, abarcando una superficie de 2 millones de hectáreas. El análisis revela que el índice CONEAT mantiene una relación positiva, no lineal, con el precio de la hectárea. Junto a la aptitud de uso, la localización y las condiciones de mercado, todas estas son características relevantes en la formación de precios de los campos uruguayos.*

**Palabras clave:** *precios hedónicos, diferenciación de productos, productividad de la tierra.*

---

## Summary

*The objective of this research is to determine the impact of the CONEAT productivity index over farmland prices in Uruguay. The CONEAT index attempts to express the relationship between land productivity, measured in terms of meat and wool production, and the type of soil present in the land. The advantage of this index is that is easily understood by all agents operating in the agricultural sector. The main critic is that it considers exclusively parameters from livestock production, which may be questioned when applied to the comparison of land for other productive uses. In spite of this pitfall, the CONEAT index is widely used to value farmlands in Uruguay, as well as compare productivity among rural lands. In order to assess the implicit money values that land traders assign to CONEAT productivity index, a hedonic price model was estimated. This study analyzes 1,407 land transactions, representing almost 2 million hectares, carried out between December 1993 and January 2005. The findings reveal that the CONEAT index has a nonlinear positive relationship with the price per hectare. Along with productive aptitude, farm location, and market conditions, these are all relevant characteristics for farmland price formation in Uruguay.*

**Keywords:** *hedonic prices, product differentiation, land productivity.*

**JEL:** C21, Q24

**CARIS-AGRIS:** E11



# EL ÍNDICE CONEAT COMO MEDIDA DE PRODUCTIVIDAD Y VALOR DE LA TIERRA

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista productivo, la tierra puede ser vista como un factor de producción heterogéneo, pasible de ser diferenciado por una serie de características que revelan su productividad y, como consecuencia, su valor de mercado. Esta serie o conjunto de características está compuesto, por un lado, por elementos o atributos que no pueden ser modificados por el dueño de la tierra y, por otro, por atributos que pueden ser modificados de acuerdo a las informaciones del mercado (Palmquist, 1989).

A modo de ejemplo, el dueño no puede cambiar mayormente las principales características edáficas y topográficas del predio (profundidad y estructura del perfil, pendiente, erosividad), así como las condiciones climáticas (precipitaciones, temperatura, horas de luz). Otras características sí pueden ser modificadas en cierto grado (drenaje, construcción de terrazas, cambios en la fertilidad y el pH, riego). Tampoco pueden modificarse aspectos como la localización o la distancia a los centros poblados pero sí pueden modificarse las construcciones y otras facilidades.

De todas estas maneras, la «calidad» de un inmueble rural (en términos de su uso productivo) puede ser definida a través de un conjunto de atributos o características que lo definen completamente y que afectan su precio en el mercado.

Una buena parte de los trabajos, nacionales e internacionales, dedicados a estudiar el comportamiento de los precios de la tierra para uso agropecuario se ha realizado en base a series de tiempo o combinaciones de éstas con datos transversales (no estrictamente datos de panel). Únicamente a modo de ejemplo, se pueden citar algunos de los trabajos más relevantes que se han ocupado del tema: a nivel internacional los pre-

sentados por Pope y otros (1979); Barry (1980), Feldstein (1980), Alston (1986), Burt (1986), Chavas y Shumway (1982), Tegene y Kuchler (1991; 1993), Just y Miranowski (1993), Weliwita y Govindasamy (1997), Tsoodle, Golden y Featherstone (2003), Obi (2006); a nivel nacional, se destacan los trabajos de Lorenzo y Lanzilotta (2002a; 2002b), VALORA (2004) y Sáder (2006).

A su vez, la Dirección de Estadísticas Agropecuarias, DIEA, comenzó a publicar anualmente una serie de trabajos especiales sobre ventas y arrendamientos en tierras de uso agropecuario (DIEA, 2007; 2008; 2009; 2010). Paralelamente, el Instituto Nacional de Colonización, INC, ha venido publicando algunos trabajos sobre el comportamiento del precio de la tierra, a partir de 2005 (INC, 2006a; 2006b; 2007; 2010).

El tipo de análisis mayormente realizado por el primer grupo de estudios es particularmente útil para identificar tendencias de largo plazo o el efecto de shocks externos sobre los precios. Los estudios de DIEA y del INC proporcionan estadísticas descriptivas relevantes así como una primera aproximación acerca del comportamiento del mercado de tierras. Sin embargo, cuando lo que se pretende es cuantificar los efectos que las características o atributos del propio bien en cuestión, tienen en la formación de su precio, de acuerdo al valor que los propios agentes que operan en el mercado le asignan a dichas características, existen otros instrumentos de análisis más adecuados. Una herramienta particularmente capaz de permitir este tipo de análisis es el modelo hedónico de precios.

La estimación de un modelo de precios hedónicos permite cuantificar la contribución de cada una de las características relevantes, en términos de precios implícitos, a la formación del precio de un inmueble rural. Este tipo de modelos permite descomponer



el precio, recibido por un determinado predio (compuesto por uno o más padrones) en el mercado, en la sumatoria de los valores monetarios de la contribución marginal de cada característica.

El uso de modelos hedónicos ha sido muy extendido en diversas áreas. En la literatura puede hallarse una vastedad de ejemplos de su aplicación en estudios acerca de los efectos de variables ambientales y sociales en el mercado inmobiliario y en la valoración de tierras en zonas urbanas y suburbanas, rurales y forestales (Brannman, Buongiorno y Fight, 1981; Palmquist, 1989; Palmquist y Anderson, 1989; Hardie y Nickerson, 2001; Herriges, Secchi y Babcock, 2003; Munroe, Parker y Campbell, 2004; Bhattarai, Pandit y Hite, 2004; King y Schreiner, 2004; McLaren, Henning y Vendeveer, 2004; Stobbe, Cotteleer y van Kooten, 2007). En Uruguay, los modelos hedónicos han sido utilizados recientemente para el análisis de los factores determinantes de las variaciones de precios en los mercados de haciendas y reproductores (Bedat y Ois, 2005; Lanfranco, Ois y Bedat, 2006; Lanfranco y Oleggini, 2007).

El objetivo de la investigación presentada en esta Serie Técnica fue cuantificar el impacto de las características más relevantes en la determinación del precio pagado en el mercado por los inmuebles rurales en el Uruguay. La hipótesis de trabajo consideró que las variables productividad, tamaño, aptitud de uso y localización, constituyen atributos fundamentales a la hora de explicar los diferenciales de precio verificados en el mercado de tierras de uso agropecuario. Los fundamentos para la elección de dichas variables se discuten más adelante. En particular, el estudio puso énfasis en la determinación del efecto de la productividad de la tierra, medida a través del índice CONEAT.

Habitualmente se considera que el índice de productividad CONEAT mantiene una relación lineal con el valor de la hectárea; normalmente, cuando se comparan predios con diferente índice, los precios se transforman a un índice base (CONEAT 100) mediante una simple regla de tres. Sin embargo, algunos trabajos han constatado que el

promedio base 100 de los predios con índices más bajos (menores a 100) resultan a menudo superiores a los promedios de predios con índices más altos (mayores a 100), ajustados por el mismo procedimiento.

Como respuesta a este fenómeno, se ha esgrimido que el índice CONEAT tiene un sesgo ganadero (por construcción) que no le permite capturar cabalmente la productividad de la tierra, cuando ésta tiene otras aptitudes de uso muy diferentes a la ganadería, como ser la producción arrocerá o forestal. En otras palabras, las diferentes aptitudes u orientaciones productivas no ganaderas de la tierra desvirtúan el índice CONEAT. Esta fue una de las hipótesis consideradas en este estudio. Una segunda hipótesis considerada es que otros factores, como el tamaño del predio y su localización, también afectan la medida del índice.

Como objetivo adicional de este estudio, se planteó demostrar las ventajas de los modelos de precios hedónicos como un instrumento adecuado para estimar empíricamente la contribución que las distintas características y atributos del factor tierra en la determinación de su valor de mercado. Como se señaló anteriormente, si bien el uso de estos modelos está muy extendido a nivel internacional, particularmente para la determinación tanto del valor productivo como inmobiliario de la tierra, en el Uruguay nunca se han publicado estudios de este tipo, al menos para tierras de uso agropecuario.

La Serie Técnica consta de cinco capítulos, organizados de tal forma que no tienen por que ser leídos en secuencia ni en su totalidad. El lector interesado simplemente en los resultados e implicancias prácticas del trabajo pero no en los aspectos metodológicos puede saltar parte o la totalidad del marco teórico y la metodología estadística, e incluso del capítulo de resultados y discusión, para ir directamente a las conclusiones.

Aquellos interesados en profundizar un poco más acerca del índice CONEAT podrán hacerlo en esta publicación. De la misma forma, aquellos lectores interesados en los fundamentos económicos que subyacen en el comportamiento de este tipo de merca-

dos y que justifican el análisis propuesto, o en la revisión metodológica de los métodos y cálculos estadísticos utilizados, encontrarán toda la información necesaria documentada en los capítulos correspondientes.

El capítulo de introducción contiene los objetivos de la publicación y sus aspectos organizativos, tal como aquí se presentan. El capítulo 2 presenta el marco teórico que respalda el análisis empírico. A partir de la literatura disponible se realiza una introducción del índice CONEAT, en la primera sección de ese capítulo. Allí se hace referencia a su origen e idea conceptual como indicador de la productividad de la tierra. Al final de esta sección se enumeran los esfuerzos técnicos realizados por las instituciones y organismos que tuvieron a su cargo los estudios que le dieron origen.

En la segunda sección del capítulo 2 se discuten los principales aportes encontrados en la bibliografía nacional acerca del comportamiento de los precios de los inmuebles rurales en el Uruguay, en los últimos 40 años. A la luz de los estudios relevados, se destacan los principales factores que inciden en dicho comportamiento en el largo plazo (entre años), así como algunas consideraciones sobre la influencia del índice CONEAT sobre los precios y las críticas que este índice soporta sobre su validez como indicador de la productividad.

En la tercera y última sección de este capítulo se presentan con cierto nivel de detalle los fundamentos propuestos por la teoría económica que explican funcionamiento y la formación de precios en los mercados de productos diferenciados. En particular, se discute el concepto y la existencia de equilibrio de corto plazo en el mercado de tierras, a través de los modelos de precios hedónicos.

En el capítulo 3, correspondiente a materiales y métodos, se describe pormenorizadamente la forma de recolección de los datos, la identificación de las variables con-

sideradas y su forma de inclusión, la construcción del modelo empírico y los métodos econométricos utilizados.

Los resultados del análisis se discuten en detalle en el capítulo 4, comenzando con la presentación de algunas estadísticas descriptivas básicas que permiten tipificar mejor los datos, en la primera sección. En la segunda, se presentan los resultados de la estimación del modelo hedónico y se interpretan en términos de los efectos de cada variable en la construcción del precio final de transacción en el mercado.

Finalmente, en el capítulo 5 se presentan las principales conclusiones del estudio, así como sus implicancias prácticas.

## 2. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1 El índice de productividad CONEAT

#### 2.1.1 Origen y base conceptual del índice de productividad

La Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra (CONEAT) fue creada en la década del 60 con el objetivo de fijar, mediante un índice, la capacidad productiva media del país y la de cada inmueble rural<sup>1</sup>. Su creación obedeció a la idea que tomó cuerpo en esa época, de implementar un nuevo régimen impositivo de tipo finalista, que gravara la productividad intrínseca de la tierra y no la producción. El concepto involucrado era que las mejores tierras deben producir más y que su contribución en materia tributaria, por tanto, debe ser también mayor.

En su reseña del proceso metodológico adoptado para la determinación de la productividad a nivel predial, Capurro (1977) situó el origen histórico de esa idea en los estudios correspondientes al capítulo agropecua-

<sup>1</sup>Decreto 368/968, del 7 de junio de 1968. Artículos 65 al 67 de la Ley N° 13.695, del 24 de octubre de 1968. La Comisión estaba integrada por delegados del sector público (Ministerio de Ganadería y Agricultura, Ministerio de Hacienda, Oficina de Planeamiento y Presupuesto, Instituto Nacional de Colonización) y de entidades gremiales rurales. Participaban, además, funcionarios técnicos de la Dirección de Suelos y Fertilizantes, la Oficina de Programación y Política Agropecuaria, la Dirección General de Catastro y Administración de Inmuebles Nacionales y el Servicio Geográfico Militar.

rio de la Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico, o CIDE agropecuario. Allí se refiere a la necesidad de modificar el sistema impositivo al agro, proponiéndose crear el Impuesto a la Producción Mínima Exigible (IMPROME), en sustitución de las devaluaciones vigentes en este entonces.

Capurro (1977) explicó que «además de los objetivos en materia fiscal, señalados expresamente por la Ley en cuanto a determinación y clasificación de la capacidad productiva de la tierra, el trabajo llevado a cabo proporciona una documentación de importancia significativa para otros usos, como ser: preparación de información básica para uso universal en proyectos y programas de desarrollo, orientación a los organismos públicos vinculados al crédito rural, programas agrícolas, redistribución de la tierra, obras de infraestructura, etc.»

Al resaltar la relevancia e impacto que tuvo la creación de la Comisión y de los trabajos desarrollados en los años subsiguientes, Capurro (1977) advirtió que «en 1968 el país no contaba con un organismo capaz de suministrar un documento en el cual se expresara la relación entre producción en carne y lana con los distintos suelos y menos aún, referido a nivel predial.» El autor destacó que los únicos elementos con los que se contaba por entonces incluían recubrimientos fotográficos de todo el país realizados entre 1966 y 1967, a escala 1:20.000 y 1:40.000, un catastro rural iniciado en 1912 que el autor definió como de «lógicas limitaciones», estudios de suelos muy generales a nivel nacional y estadísticas de producción.

El problema planteado, según Capurro (1977), fue estimar la productividad de cada padrón en términos de lana, carne bovina y ovina en pie, cuidando que la misma guardara relación con las unidades de suelo presentes en el mismo. Para su concreción real y práctica, fue indispensable llevar adelante los estudios de productividad de los suelos a nivel de predio, que básicamente consistieron en:

a) Determinar y clasificar la capacidad productiva física de la tierra, en términos de carne y lana, de acuerdo a lo señalado por la ley.

b) Determinar la capacidad productiva física de cada padrón.

c) Desarrollar un sistema a fin de calcular y preparar la recaudación de aportes.

d) Obtener la mayor documentación para ser utilizada por distintos organismos en la elaboración de planes de desarrollo.

Capurro (1977) destacó que el objetivo se logró gracias al esfuerzo colaborativo de 9 organismos e instituciones que involucraron a más de 400 personas. Junto a la recientemente creada CONEAT, participaron en primera fila la Dirección de Suelos y Fertilizantes del Ministerio de Ganadería y Agricultura (DSF-MGA)<sup>2</sup>, el Servicio Geográfico Militar (SGM), la Dirección General del Catastro Nacional (DGCN). El autor hizo mención expresa a la participación la Dirección General Impositiva (DGI), la Comisión Honoraria del Plan Agropecuario (CHPA), la Asociación Rural del Uruguay (ARU), la Federación Rural (FRU) y las Agreraciones Rurales del Interior.

### **2.1.2 Generación de la cartografía original y los grupos CONEAT**

Tal como surge de la documentación publicada en CONEAT Digital (2010), la Comisión tuvo a su cargo la programación y coordinación de los estudios para la generación de la cartografía original. La DSF realizó la cartografía de grupos de suelos del territorio nacional, la cual se concretó mediante las siguientes etapas:

- Fotointerpretación de las fotografías aéreas a escala 1:40.000, delimitándose áreas de paisaje homogéneos en base a la observación del relieve y la topografía, el padrón de drenaje superficial, los tonos fotográficos, la vegetación natural y el uso de la tierra, la existencia de afloramientos rocosos y su naturaleza. Las áreas así delimitadas corresponden a asociaciones de suelo definidas.
- Verificación en el campo de los límites de las unidades de fotointerpretación y determinación de los suelos que integran cada asociación, descripción de los perfiles correspondientes y extracción de

<sup>2</sup>Actual División de Suelos y Aguas del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DSA-MGAP).

muestras representativas para su caracterización física y química de laboratorio.

- Transferencia de las líneas de fotointerpretación desde las fotografías 1:40.000 a fotoplanos controlados a escala 1:50.000.
- Síntesis de las 365 unidades cartográficas definitivas; originalmente se llegaron a conformar 185 asociaciones de suelos que constituyeron los grupos CONEAT propiamente dichos.

Cabe señalar que la base cartográfica estuvo basada en el croquis de las Zonas de Uso y Manejo de Suelos del Uruguay realizado en 1962 (CIDE, 1963). Las 13 zonas delimitadas en el país, cuyo resumen descriptivo puede consultarse en la página de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (RENARE, 2011), se aprecian en la Figura 1.

Originalmente, se definieron 185 grupos de suelos para las 13 zonas delimitadas.

Posteriormente, se consideró la necesidad de hacer ajustes en algunos grupos de las zonas 1 y 2, a fin de considerar la situa-

ción de áreas de suelos superficiales en las referidas zonas<sup>3</sup>.

Para su nomenclatura, se partió de números correlativos identificando las zonas de 1 a 13, seguidos de un punto y una cifra que identifica el grupo (por ejemplo, 6.5, 8.7, 10.16).

También se agregaron algunas subdivisiones, anteponiendo una letra (por ejemplo B3.1, D10.3, G03.10, S09.20). Finalmente, existen algunas subdivisiones menores (6.1/1, 6.1/2, 6.1/3) y, en algunos casos se agrega una letra minúscula que indica diferencias entre grupos por jocosidad y proporción de suelos superficiales en el grupo o por grado de erosión actual (1.11a, 1.11b).

A su vez, los grupos guardan relación con las unidades de suelos de la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (CRSU) a escala 1:1.000.000 de la DSF, las que aparecen representadas en la Figura 2.

El SGM tuvo a su cargo la elaboración del material fotocartográfico en el que se delinearon los grupos CONEAT y el catastro rural. Dicho material estuvo constituido por 301 fotoplanos controlados a escala 1:50.000,

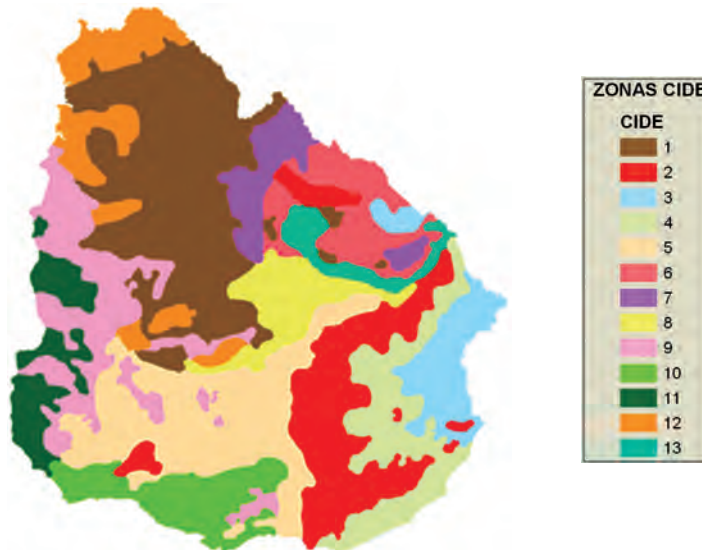


Figura 1. Mapa de la CIDE con de zonas de uso y manejo de suelos del Uruguay .

Fuente: DGRNR en base a CIDE. Extraído del Sistema de Información Geográfica. RENARE (2011).

<sup>3</sup> Los valores de productividad definitivos para los 185 grupos originales fueron aprobados mediante el Decreto 88/974, del 31 de enero de 1974. Posteriormente, el decreto 437/975, de fecha 29 de mayo de 1975, subdividió los grupos 1.10, 1.11 y 2.11 en virtud de los criterios referidos, en dos grupos cada uno (1.10a y 1.1b; 1.11a y 1.11b; 2.11a y 2.11b), quedando el número total de grupos CONEAT en los 188 que figuran actualmente.

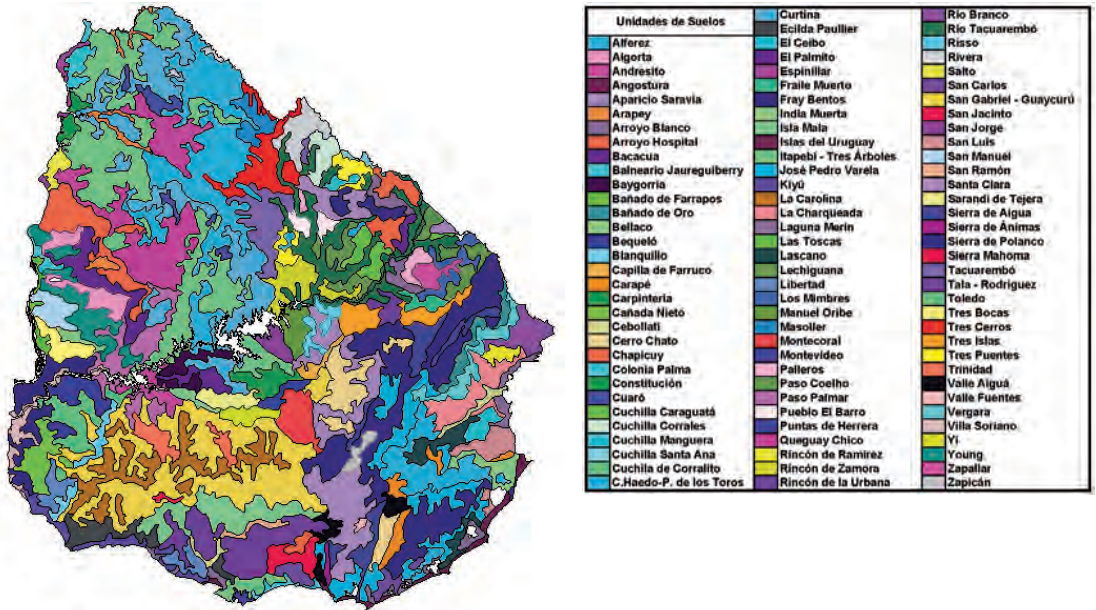


Figura 2. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, 1:1.000.000 (1976).

Fuente: Adaptado de RENARE-MGAP (2010).

obtenidos a partir de las fotografías aéreas a escala 1:40.000, y 1.204 fotoplanos a escala 1:20.000 en película estable tramada, de formato 0,7 1 metro, obtenidos por ampliación de los fotoplanos 1:50.000.

La DGCN, por su parte, realizó una tarea cartográfica que consistió en las siguientes etapas:

- ▶ Identificación sobre fotografías aéreas a escala 1:20.000 de los predios rurales, volcando en las primeras la información preexistente del parcelario rural.
- ▶ Transferencia de la información anterior desde las fotografías 1:20.000 a los fotopositivos tramados de igual escala preparados por el SGM.
- ▶ Confección de la nueva lámina definitiva en material transparente indeformable calcando la información volcada al fotopositivo tramado y agregando la rotulación e información marginal necesaria para su correcta y rápida localización e identificación.

La operación cartográfica final consistió en superponer la plancha catastral con la cartografía de los grupos de suelos CONEAT (ambos documentos a escala 1:20.000) y ob-

tener luego de un proceso fotográfico realizado en la DSF, una lámina definitiva en material estable, que comprende las dos informaciones, es decir, la infraestructura, la división de la tierra (padrones) y la cartografía de suelos con los grupos CONEAT (CONEAT Digital, 2010).

Cabe señalar que los grupos CONEAT no son estrictamente unidades cartográficas básicas de suelos, sino que constituyen áreas homogéneas, a la escala de trabajo utilizada, definidas por su capacidad productiva en términos de lana y carne bovina y ovina en pie (CONEAT, 1979). Esta capacidad se expresa por un índice relativo a la capacidad productiva media del país, a la que corresponde el índice 100. Desde el punto de vista edafológico, CONEAT considera la productividad como la capacidad inicial de suelo para producir un cierto rendimiento por hectárea y por año. Teóricamente, se puede expresar como el «porcentaje del rendimiento óptimo que se obtiene en el suelo que ofrece las condiciones más favorables, bajo una tecnología definida» (CONEAT, 1979).

La aplicación de esta definición implica un concepto potencial que abarca a todos los rubros agropecuarios. A la fecha de publicación de la segunda edición de la des-

cripción de los grupos CONEAT, la estimación de productividad de acuerdo con dicha definición no era posible con la información disponible entonces (CONEAT, 1979). A su vez, CONEAT (1979) reconoció que la primera edición publicada en 1973 era «poco precisa y aun vaga en la descripción de varias unidades de suelo».

### 2.1.3 Productividad a nivel predial y valor de la tierra

Capurro (1977) puntualizó que para realizar los estudios iniciales de productividad de los suelos a nivel de predio se resolvió, una vez analizadas las fuentes de información estadística disponible, tomar como base los datos estadísticos proporcionados por el Censo Agropecuario del año 1970, en lo referente a las cifras de existencias de ganado y producción de lana; con referencia a la producción de carne se tomaron las cifras publicadas por el Banco Central del Uruguay (BCU).

El sector censal fue la unidad más pequeña a que se refirieron los datos. Es de superficie variable y abarca varios tipos de tierras. Por su origen, entonces, los datos de lana y dotaciones de ganado vacuno y lanar ya se encontraban a este nivel. En el caso de los datos de producción de carne, disponibles a nivel global del país, fue necesario relacionarlas con el stock, en forma indirecta, a los efectos de estimar la producción de carne a nivel de sector censal (Capurro, 1977).

La opción por las fuentes consideradas obedeció a que las diferencias entre éstas no eran lo suficientemente importantes a los fines buscados, como para afectar los resultados finales, no originándose tampoco distorsiones por el uso de datos de fuentes diferentes. Sin embargo, Capurro (1977) reconoció que las dificultades en los estudios se debieron principalmente a las limitaciones causadas por datos estadísticos, lo cual «obligó a idear y adoptar sistemas y crite-

rios técnico-prácticos ajustados a la realidad y posibilidades existentes».

El método empleado implicó el cálculo de la producción vacuna a nivel censal en relación a la relación novillo/vaca de cría y de la producción ovina mediante la relación vacunos/ovinos. En el caso de la producción de lana, ya disponible a nivel de sector censal, debió buscarse una equivalencia con la producción de carne, a los efectos de poder expresar la productividad en una sola cifra, traduciendo todo a un solo valor. Como base, dicha expresión se consideró en términos de carne vacuna, dando origen a lo que se conoce como *carne equivalente*.<sup>4</sup> Dada la poca significación de la carne ovina se asumió su equivalencia con la carne vacuna (1 kg de carne vacuna = 1 kg de carne ovina). La producción de lana se transformó mediante un coeficiente de conversión (1 kg de lana = 2,4763 de carne vacuna). Sumadas las tres producciones así calculadas utilizando los factores de conversión definidos, se estimó la productividad de cada sector censal del país.

A partir de ello y teniendo en cuenta que cada sector censal se componía de varias unidades de suelos, presentes en distintas proporciones, las cifras de productividad a nivel de sector censal fueron llevadas a nivel de las unidades de suelos más importantes. Este proceso debió ser complementado por un procedimiento subjetivo a fin de adjudicar valores a la totalidad de las unidades.

La Comisión entendió que, para los fines perseguidos, lo importante era poder expresar los valores de productividad en términos relativos. A la producción media del país (referida a datos de 1970) se la asignó empíricamente el valor 100, que representa el índice de productividad media, correspondiente al promedio de los campos (Capurro, 1977). La adopción de un sistema de índices de productividad permitía determinar una relación en la producción de los suelos, la

<sup>4</sup>El concepto de carne equivalente ha sido ampliamente criticado. El factor de conversión de 2,48 para la lana fue calculado a partir de los datos del Censo de 1970 y ha permanecido invariable desde entonces. Las estimaciones realizadas por Oficialdegui (1985), citado por Durán (2008) tanto para datos nacionales como para predios individuales sugieren que debería revisarse no solo el valor del índice sino el concepto mismo de carne equivalente.

cual sería más estable que la producción medida en términos absolutos.

Los valores del índice CONEAT varían entre 0 (grupos 3.10, 3.11 y 07.2, con una superficie de 3.496 ha, 6.250 ha y 20.579 ha, respectivamente) y 236 (grupo 10.5, con 109.618 ha). Originalmente se definieron 185 grupos de suelos, cuyos valores definitivos fueron aprobados mediante el Decreto 88/974, del 31 de enero de 1974. Posteriormente, la necesidad de hacer ajustes en algunos grupos de las zonas 1 y 2 elevó dicho número a los 188 con que se cuenta en la actualidad.

A partir de los valores de productividad de cada unidad de suelo, la productividad a nivel de padrón pudo ser estimada mediante el promedio de los índices de las unidades de suelos presentes en el mismo, ponderado de acuerdo a su proporción. Mediante un procedimiento análogo, el índice a nivel de predio se calcula a partir de los valores de los padrones que lo componen, pudiendo repetirse a nivel de otras unidades administrativas (sección policial, departamento, etc.), Por construcción, el promedio ponderado a nivel nacional resulta en un valor de CONEAT 100.

De acuerdo a los estudios de CONEAT en ese entonces, la productividad de lana y carne en campo natural de un predio podía

verse afectada en hasta un 10% (Capurro, 1977). A los efectos de establecer una relación entre el índice de productividad (valor CONEAT) y el *valor real* del predio, se convino en fijar factores modificativos (extrínsecos) del índice de productividad CONEAT de acuerdo a la influencia de centros poblados y ubicación de frentista a las carreteras, categorizadas según su importancia. Como resultado, aparecen los índices de valor real para cada padrón, los que multiplicados por el valor fijado para la hectárea media del país se obtiene el valor de la hectárea del padrón.

Todo esto se visualiza en el ejemplo presentado en la Figura 3. De acuerdo a la productividad de los suelos presentes (grupos CONEAT) y a su presencia relativa, el índice del padrón sería estimado en 91. Corregido por los factores extrínsecos, el índice de valor real del mismo fue establecido en 88.

La Figura 4 permite visualizar la distribución territorial de la productividad medida a través del CONEAT. Dicha distribución se presenta en términos de rangos de valores promedio del índice por área de enumeración censal. De esta forma es posible apreciar su relación con respecto al mapa de uso y manejo de suelos de la CIDE (1963).

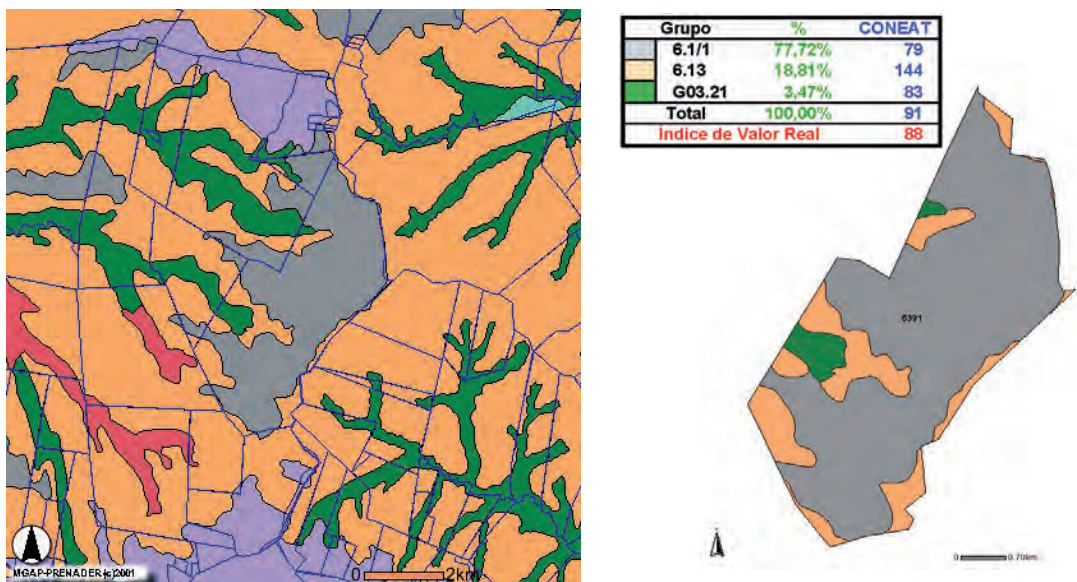


Figura 3. Padrones, grupos de suelos CONEAT e índice de valor real.

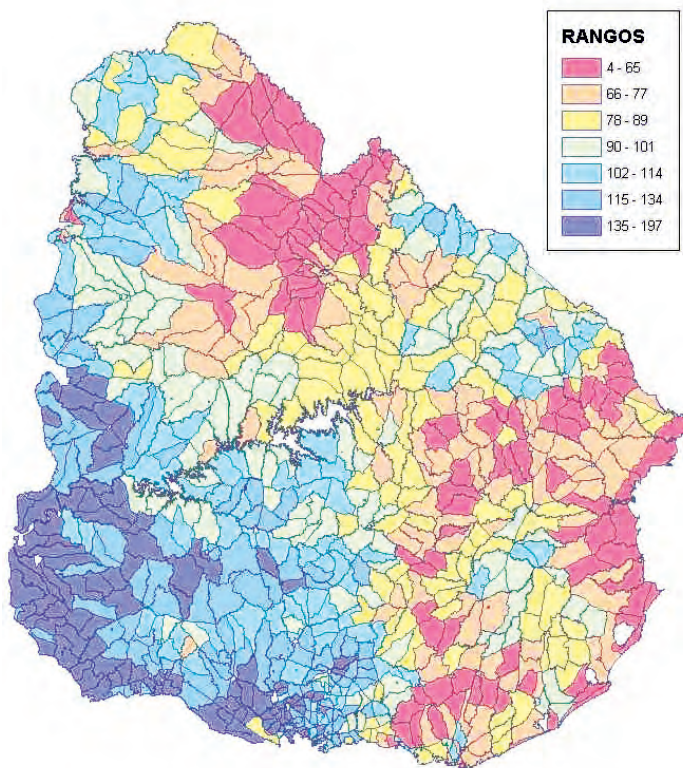


Figura 4. Índices de Productividad promedio de las áreas de enumeración censal.  
Fuente: DGRNR (2003). Extraído del Sistema de Información Geográfica de la RENARE (2011).

**2.1.4 La aplicación CONEAT en Internet**

Durante muchos años, la información generada estuvo disponible para el público interesado, en las oficinas de CONEAT. A solicitud de parte interesada, CONEAT proporcionaba un documento, a nivel de padrón, conteniendo los datos de identificación (número, departamento, sección judicial, lámina, coordenada) y productividad del mismo (superficie total, unidades de suelo, superficie y productividad de cada una. Índice de productividad media del padrón, corrección por factores extrínsecos e índice de valor real).

En años recientes se desarrolló una aplicación a través de Internet que permite la consulta en línea de la información de CONEAT a nivel de padrones. Esta aplicación se implementó en el marco del Proyecto de Manejo de los Recursos Naturales y Desarrollo del Riego PRENADER), ejecutado entre 1995 y 2001. La misma se implementó en forma conjunta con la oficina

Sistema de Información Geográfica de la RENARE.

El sistema de consulta *CONEAT Digital* utiliza, básicamente, dos capas de información geográfica: los grupos de suelo CONEAT y el catastro rural. Los primeros surgen a partir de la cartografía CONEAT actualizada y a escala gráfica 1:20.000. Los datos de catastro provienen de la cartografía rural 1:20.000 de la Dirección Nacional de Catastro (DNC) del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y su compatibilización con el parcelario rural de la cartografía CONEAT 1:20.000.

Los diversos procesos de digitalización de la información cartográfica dan origen a una base de datos geográfica, que junto a procedimientos de programación permiten la generación del croquis digital y el cálculo geográfico del índice de productividad a nivel de cada padrón. Este último involucra una superposición topológica de las dos capas georreferenciadas y un cálculo matemático preciso, sustituye al procedimiento grá-



fico tradicional de cálculo manual con lámina de puntos (CONEAT, 2010).

La información obtenida a través de este medio es análoga a la proporcionada por el sistema anterior. El índice CONEAT (o índice de productividad final) del padrón se obtiene a partir del índice mencionado y un factor extrínseco asociado a los padrones y las láminas CONEAT (que se corresponden a los fotoplanos 1:20.000). Este factor varía en función de la ubicación del padrón (la productividad de un campo suele estar influenciado por su localización al determinar diferentes costos de explotación). Además de esta información, se presenta el índice de valor real del padrón, para lo cual se afecta al índice CONEAT del padrón con la proximidad de éste a los centros poblados y su ubicación con respecto a las rutas, habiendo casos más específicos de afectaciones especiales.

Por su parte, la superficie catastral del padrón descrito en la consulta es la información de mensura suministrada por Catastro y no el área calculada a través del sistema de información geográfica (SIG). Las referencias de ubicación en la consulta surgen a partir de la cartografía 1:50.000 del SGM: caminos, cursos de aguas, espejos, centros poblados, cerros y límites departamentales. La consulta ofrece también otras posibilidades, como ser el relieve (Hillshade<sup>5</sup>), el cual se genera a partir de la elaboración previa de un modelo digital de terreno con una resolución espacial de 30 metros y que comprende a todo el país (CONEAT, 2010).

Finalmente, cabe mencionar que el SGM también ofrece desde esa época una serie de productos, que incluyen cartografía a diversas escalas y fotos aéreas, entre otros. Tradicionalmente ofrecidos en formato papel, muchos de estos productos se ofrecen actualmente en forma digitalizada, tanto raster (JPG, TIFF y GeoTiff) como vectorial (SGM, 2011).

### **2.1.5 Uso actual del índice CONEAT, ventajas y limitaciones**

El índice CONEAT intenta expresar la relación entre la capacidad de producción de

un predio, medida en términos de carne y lana, con las unidades de suelo que lo componen (Capurro, 1977; CONEAT, 1979). Surgido inicialmente con fines impositivos, la magnitud y relevancia de la información recabada a partir de los estudios de productividad lo convirtieron en un instrumento para la planificación agropecuaria a nivel nacional, así como una referencia ineludible para estimar la calidad de un predio y comparar su valor frente a otros de diferente capacidad productiva.

La ventaja de su uso radica en su fácil comprensión, por parte de los diferentes usuarios. Tal como explicó Durán (2008), el fundamento impositivo fue perdiendo gran parte de su vigencia al modificarse las políticas tributarias en el país. Sin embargo, aclaró que los grupos CONEAT mantienen su vigencia, habiendo sido asimilados por los usuarios, con diversos propósitos, lo que les otorgaría validez a más de 30 años de creados.

La principal crítica que se le hace es que utiliza exclusivamente parámetros de producción ganadera que hacen cuestionable su uso cuando se comparan inmuebles con otras aptitudes productivas (VALORA, 2004). Durán (2008) destacó que la productividad de carne bovina y ovina en pie y lana fue estimada para campo natural no mejorado, reconociendo que se trató de una definición política y técnica a la vez. Recalcó que, por entonces, no había condiciones para elaborar índices más complejos que incluyeran otros rubros, como los agrícolas.

Sin embargo, aun en la actualidad el índice CONEAT es utilizado frecuentemente para comparar el valor entre inmuebles, tanto a nivel público como privado, así como para estimar el valor monetario que los agentes le asignan en relación al precio pagado por la hectárea de tierra de uso agropecuario. Según Durán (2008), CONEAT verificó una alta correlación entre los índices de productividad y el valor venal de la tierra, demostrando su validez como estimadores de la aptitud productiva para los rubros considerados.

<sup>5</sup>Basado en la iluminación o no de áreas según la elevación del terreno y la posición de la fuente de luz.

## 2.2 El mercado de inmuebles rurales en el Uruguay

Lorenzo y Lanzilotta (2002a; 2002b) estudiaron el comportamiento del precio de la tierra en Uruguay durante el período comprendido entre 1970 y 2001 a partir de datos de transacciones de inmuebles rurales de más de 1.000 hectáreas, registradas por el Instituto Nacional de Colonización (INC), para sus fines<sup>6</sup>. A partir del análisis de series de precios para tierras con diferente capacidad productiva (CONEAT bajo, medio y alto), estos autores comprobaron que dichas series presentaban un comportamiento similar, con algunas diferencias apreciables en los niveles de variabilidad de los precios. Encontraron, además, que el componente de largo plazo del precio de la tierra estaba dominado por una tendencia que mostraba una suave evolución a lo largo del tiempo. Esta tendencia, además, era independiente de la «calidad», es decir, los distintos tipos de tierra se valorizaban de manera similar, en el largo plazo.

Al tratar de identificar los determinantes del precio de la tierra, Lorenzo y Lanzilotta (2002a; 2002b) señalaron que, en primer lugar, la tierra en Uruguay se utiliza de manera muy intensa en la producción agropecuaria y, por tanto, el precio debería estar estrechamente relacionado con el desempeño del sector agropecuario. Por otro lado, el precio de la tierra debería verse fuertemente influenciado por variables económicas como el tipo de cambio real. Dichos analistas reportaron que la elasticidad de largo plazo del precio de la tierra respecto al valor de la producción fue apenas superior a uno, en tanto que la elasticidad respecto al tipo de cambio real fue superior a 3.

Posteriormente, Sáder (2006) reafirmó las hipótesis sugeridas por los autores previamente citados, en cuanto a que las fluctuaciones en el precio de la tierra se relacionaban positivamente con la evolución de la actividad agropecuaria y la persistencia de inflación en dólares de la economía uruguaya. En este trabajo se consideró la evolución del precio promedio de la hectárea (no forestada) entre 1969 y 2005.

En otro estudio, llevado a cabo en el marco de un convenio de cooperación entre el INC y la firma VALORA Consultoría & Valuaciones, se analizó la evolución del precio de la tierra en Uruguay entre los años 1997 y 2003. También, en este caso, la información refirió a compraventas de campos con superficies mayores a 1.000 hectáreas (VALORA, 2004). Al clasificar los predios de acuerdo a su orientación productiva (agrícola-ganadero, ganadero-arrocero, ganadero de ciclo completo, ganadero criador y forestal), se observó que desde el año 1997 hasta el 2000 el comportamiento de los precios era muy similar para las diferentes orientaciones, evolucionando en forma dispar, sobre todo en lo que refiere a la variabilidad, a partir del año 2002. Los autores referidos señalaron que podría estar ocurriendo una especialización progresiva de las actividades productivas, de tal manera que la evolución de los distintos tipos de campo dependiera de la coyuntura económica particular de cada sub-sector.

A los efectos de comparar los precios de predios con diferente índice CONEAT (IC) y sus evoluciones, el estudio diferenció tres categorías de IC: bajo ( $IC < 80$ ), medio ( $80 \leq IC < 150$ ) y alto ( $IC \geq 150$ ). Esto permitió apreciar algunos comportamientos diferenciales entre las diferentes categorías. Se constató, asimismo, que al expresar los precios en base 100, los campos con índice de productividad más bajo se ubicaban por encima de los campos con índice alto.

Según los autores, los precios referidos a índice CONEAT bajo, que en los hechos serían los campos que menos se pagarían, reflejan otros factores que no se refieren exclusivamente a la productividad del campo (VALORA, 2004). En otras palabras, expresadas por los mismos autores, no se establecería una correlación directa entre productividad medida a través del índice CONEAT y precio, pues de ser así los tres tramos de CONEAT deberían exhibir un comportamiento similar. Los campos con bajo nivel de productividad, concluyeron, no encuentran un reflejo claro en el índice CONEAT.

<sup>6</sup>Artículo 35 de la Ley N° 11.029, del 12 de enero de 1948, que crea el Instituto Nacional de Colonización.

Finalmente, al comparar la ubicación geográfica de los predios, los departamentos de Soriano, Flores y Río Negro fueron los que registraron los mayores precios promedio, mientras que los menores provinieron de Artigas, Lavalleja y Tacuarembó (VALORA, 2004), haciendo la salvedad que solamente se consideraron predios localizados en 12 de los 19 departamentos en que se divide el país.

Entre los trabajos de publicación periódica más recientes, se destacan los que vienen llevando a cabo la oficina de Estadísticas Agropecuarias (DIEA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) y el Instituto Nacional de Colonización (INC). La DIEA ha recopilado, procesado y difundido información referente al precio de la tierra para uso agropecuario, desde 1969. A partir de un convenio celebrado en abril de 2006 con la Dirección Nacional de Registros (DNR), que opera en la órbita del Ministerio de Educación y Cultura (MEC), la DGR entrega a la DIEA una copia de las bases de datos en que se registran las transacciones de inmuebles rurales.

Desde entonces, la DIEA valida y procesa los datos recibidos y publica los resultados en forma de estadísticas descriptivas (evolución de las ventas, número de transacciones, superficie involucrada y precios promedio, por tamaño, departamento y cantidad de veces que se vende un mismo predio, evolución del precio de la tierra en relación a los precios de productos e insumos de uso agropecuario, etc.), en forma semestral.

En forma adicional, esta oficina publica un resumen estadístico anual. En 2007 se publicó un primer trabajo sobre el precio de venta de la tierra en el Uruguay abarcando el período enero de 2000 a junio de 2006 (DIEA, 2007), siendo completado para el período 2000-2007 en un estudio subsiguiente (DIEA, 2008). A partir de allí se han seguido publicando actualizaciones con la información generada en los años siguientes (DIEA, 2009; 2010).

Por su parte, el INC, publicó en 2006 un primer trabajo sobre el comportamiento del precio de la tierra de uso agropecuario y forestal, en su sitio Web, en el año 2005. El informe referido, autoría de la Gerencia del Departamento de Tasaciones, Rentas y Arquitectura del INC y publicado en el sitio Web del INC, fue actualizado primero para el año 2006. Posteriormente, se publicó una actualización que incluyó hasta el segundo semestre de 2010 (INC, 2006a; 2006b; 2007; 2010).

Los períodos considerados en estudios más recientes de DIEA y del INC exceden el período considerado en este trabajo de investigación, fundamentalmente por imposiciones de los datos disponibles en la base de datos utilizada, como se verá en el capítulo de materiales y métodos. Por esta razón no se presentará aquí una discusión de los resultados de los mismos. No obstante, cabe resaltar que estos trabajos, al igual que los referidos anteriormente utilizan el concepto de productividad media incluido en el índice CONEAT 100 y refieren muchas veces los cálculos sobre esta base, a fines comparativos.

Los períodos considerados en estudios más recientes de DIEA y del INC exceden el período considerado en este trabajo de investigación, fundamentalmente por imposiciones de los datos disponibles en la base de datos utilizada, como se verá en el capítulo de materiales y métodos. Por esta razón no se presentará aquí una discusión de los resultados de los mismos. No obstante, cabe resaltar que estos trabajos, al igual que los referidos anteriormente utilizan el concepto de productividad media incluido en el índice CONEAT 100 y refieren muchas veces los cálculos sobre esta base, a fines comparativos.

### **2.3 Equilibrio en el mercado de tierras en el marco de los modelos hedónicos**

En esta sección se discuten los aspectos teóricos fundamentales involucrados en el funcionamiento del mercado de tierras para uso agropecuario. En particular, se ilustrará la existencia de equilibrio en el mercado de tierras. Para esto, se tomará como punto de partida la línea trazada por Rosen (1974), aunque cuidando de desarrollar algunas de las ideas con mayor detalle que el que este autor utilizara al presentar su aplicación de teoría de precios hedónicos en el contexto de la diferenciación de productos.

Rosen (1974) formuló su teoría hedónica de precios como un problema en el cual una serie de precios implícitos de los atributos de un determinado producto, que lo caracterizan y describen completamente, determina las decisiones de compradores y vendedores que participan en el mercado. En vez de un mercado para el producto, puede hablarse de un mercado para las características del producto.

Faminow y Gum (1986) resaltaron que los modelos hedónicos no deben ser vistos como modelos de predicción que brinden una completa información a los productores. No sustituyen a los estudios de oferta y deman-

da tradicionales, los cuales permitan anticipar, en alguna medida, los niveles futuros de precios y producción de los mercados. Tampoco proporcionan una visión de las dinámicas que afectan a los mismos. Los modelos de análisis de diferenciales de precios constituyen simplemente una herramienta, que puede ser de gran utilidad, para asistir a los agentes en sus procesos de decisión. Pueden ser muy útiles, además para brindar una información concisa y resumida de las condiciones actuales de los mercados.

El uso de modelos hedónicos para analizar la formación de precios para un producto sobre la base de sus características o atributos, así como su facilidad de implementación en el trabajo empírico, presenta ventajas que los tornan atractivos para los objetivos de una investigación como la planteada en esta serie técnica.

Sea un vector que describe los  $K$  atributos que caracterizan completamente un inmueble rural,  $\mathbf{z}' = (z_1, z_2, \dots, z_K)$ . Cada elemento del vector,  $z_k$  mide la cantidad o la proporción en que la característica  $k = 1, 2, \dots, K$  se encuentra presente. Así, cualquier predio rural puede ser descrito completa y objetivamente por valores numéricos contenidos en  $\mathbf{z}$ , de modo que los potenciales interesados pueden diferir en el valor subjetivo que asignan a inmuebles con atributos diferentes.

Cada predio tiene un valor de mercado, asociado a un valor fijo de  $\mathbf{z}$ , tal que permite definir una función  $p(\mathbf{z}) = p(z_1, z_2, \dots, z_K)$  que relaciona una serie de precios implícitos a cada una de las características descritas. En tanto definidas como características deseables, la función  $p(\mathbf{z})$  es creciente en todos sus argumentos. Se asume que es continua y diferenciable por lo menos hasta el segundo orden, no teniendo por qué ser lineal.

Para modelar la decisión de compra, por parte de un agente interesado en un inmueble rural, se define una función de utilidad,  $U(\mathbf{x}, z_1, z_2, \dots, z_K)$ , que expresa el grado de satisfacción del individuo.  $U(\mathbf{x}, \mathbf{z})$  es cóncava en sentido estricto y cumple con las restantes condiciones usuales. Es una función de las características del predio – que a los

efectos prácticos pueden ser tratadas como bienes intermedios y relacionadas con el bien final, tierra, mediante funciones de producción – y del vector  $\mathbf{x}$ , que representa todos los demás bienes que el agente consume y le producen satisfacción.

La decisión del comprador puede entonces modelarse a través de un problema de maximización de su función de utilidad o satisfacción, sujeto a una restricción presupuestal, dada por los fondos disponibles que posee para invertir en la compra del predio y en todos los demás bienes intermedios o finales que necesita o desea. Normalizando su función de presupuesto, haciendo que el precio de los demás bienes sea la unidad, y denominando  $M$  al ingreso o fondo disponible, el problema puede expresarse como:

$$\text{Max}_{\mathbf{x}, \mathbf{z}} U = U(\mathbf{x}, z_1, z_2, \dots, z_K) \quad \text{st. } M = \mathbf{x} + p(\mathbf{z}) \quad (1)$$

Nótese que  $p$  es el precio por unidad y que la restricción presupuestal no tiene por qué ser lineal. Apelando a nociones básicas de cálculo diferencial, la solución del problema requiere elegir un consumo óptimo de  $\mathbf{x}$  y  $(z_1, z_2, \dots, z_K)$  que satisfaga las usuales restricciones de tipo presupuestal y las condiciones de primer orden (CPO). Expresando (1) en términos del *lagrangeano* se obtiene:

$$\text{Max}_{\mathbf{x}, \mathbf{z}, \lambda} L = U(\mathbf{x}, z_1, z_2, \dots, z_K) + \lambda [M - \mathbf{x} - p(\mathbf{z})] \quad (2)$$

$$\text{CPO: } \frac{\partial L}{\partial z_k} = U_{z_k} - \lambda p_k = 0, \quad k = 1, 2, \dots, K; \quad \frac{\partial L}{\partial \mathbf{x}} = U_{\mathbf{x}} - \lambda = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = M - \mathbf{x} - p(\mathbf{z}) = 0$$

De las dos primeras CPO se deriva la condición de equilibrio:

$$\frac{U_{z_k}}{U_{\mathbf{x}}} = p_k = \frac{\partial p}{\partial z_k}, \quad k = 1, 2, \dots, K. \quad (3)$$

Las condiciones de segundo orden (CSO) se satisfacen con las propiedades usuales de  $U$ , en tanto que  $p(\mathbf{z})$  no sea excesivamente cóncava.

Para completar el contexto del problema, se define lo que se denominará como *función de valor o de licitación*,  $\theta(z_1, z_2, \dots, z_k; u, M)$ , la que puede integrarse a la función de utilidad para generar un grado de satisfacción  $u$ :

$$U(M-\theta, z_1, \dots, z_k) = u \tag{4}$$

La función  $\theta(z; u, M)$  representa la inversión que el potencial comprador está dispuesto a realizar por valores alternativos de  $(z_1, z_2, \dots, z_k)$ , para un nivel de satisfacción  $u$  y dado un nivel de  $M$  disponible. Esto permite definir, una familia de superficies de indiferencia en el espacio  $K$ -dimensional de características, que relaciona valores alternativos de  $z_k$  a valores monetarios, en términos de unidades de  $x$  sacrificadas.

Si de derivamos la ecuación (4) respecto a cada uno de los argumentos de  $\theta(z; u, M)$ :

Nótese que la desigualdad en (6) surge de los supuestos usuales de la matriz *hessiana* de  $U$ , que implica que  $U_{xx}$  y  $U_{z_k z_k}$  son de signo negativo. La estricta concavidad de  $U$  implica que  $\theta$  es cóncava en  $z$ . Los resultados obtenidos en (5) y (6) muestran que la función de licitación es creciente en  $z_k$  pero a tasa decreciente. En otras palabras, el precio que un comprador estaría dispuesto a pagar por la tierra aumentaría con la calidad pero en forma decreciente.

Adicionalmente,  $\theta_{z_k}$  es la tasa marginal de sustitución entre  $z_k$  y el dinero, esto es, representa el valor implícito que el comprador asigna a una unidad incremental de  $z_k$ , dado un determinado nivel de satisfacción,  $u$ , y disponibilidad de dinero,  $M$ . Indica el precio de reserva por cada nivel extra de calidad, dado por  $z_k$ , precio que, a su vez, decrece con sucesivos incrementos de  $z_k$ .

Por lo tanto,  $\theta(z; u, M)$  representa la cantidad que un comprador está dispuesto a pagar por un campo, dados  $u$  y  $M$ , mientras que  $p(z)$  es el precio mínimo que deberá pagar en el mercado por un campo con esas características.

$$\frac{\partial U}{\partial z_k} = -\theta_{z_k} \cdot U_x + U_{z_k} \Rightarrow \theta_{z_k} = \frac{U_{z_k}}{U_x} > 0, \quad k = 1, 2, \dots, K;$$

$$\frac{\partial U}{\partial u} = -\theta_u \cdot U_x = 1 \Rightarrow \theta_u = -\frac{1}{U_x};$$

$$\frac{\partial U}{\partial M} = U_x \cdot (1 - \theta_M) = U_x - U_x \theta_M \Rightarrow \frac{U_x}{U_x} \theta_M = 1 \Rightarrow \theta_M = 1 \tag{5}$$

Diferenciando nuevamente la primer derivada en (5) con respecto a  $z_k$  se obtiene:

$$\frac{\partial \theta_{z_k}}{\partial z_k} = \theta_{z_k z_k} = \frac{(U_x^2 \cdot U_{z_k z_k} - 2U_x \cdot U_{z_k} \cdot U_{x z_k} + U_{z_k}^2 \cdot U_{xx})}{U_x^3} < 0 \tag{6}$$

La solución al problema (1) se obtiene, cuando, si  $z^*$  y  $u^*$  son las cantidades óptimas:

$$\theta(z^*, u^*, M) = p(z^*) \quad \text{y} \quad \theta_{z_k}(z^*, u^*, M) = p_k(z^*), \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (7)$$

El equilibrio, en el hiperplano  $K$ -dimensional se obtiene donde las superficies  $p(z^*)$  y  $\theta(z; u, M)$  se hacen tangentes, una con otra. Si diferenciamos  $\theta_{z_k}$  con respecto a  $u$ , de acuerdo a los resultados obtenidos en (5), resulta en:

$$\theta_{z_k u} = \frac{\partial \theta_{z_k}}{\partial u} = \frac{U_x \cdot U_{z_k x} - U_{z_k} \cdot U_{xx}}{U_x^2} \quad (8)$$

Rosen (1974) hizo notar que, en la teoría del consumidor «estándar», el numerador de (8) determina el signo de la elasticidad ingreso de la demanda por el bien  $i$ , cuando todos los demás bienes ( $k \neq i$ ) se mantienen constantes. Si el signo es positivo, el gradiente de  $\theta$  es inequívocamente positivo a niveles crecientes de  $u$ . A mayor ingreso aumenta el nivel de satisfacción alcanzable. Por consiguiente, si la función  $p(z)$  es convexa y satisface en buena medida las condiciones de regularidad, en todo su trayecto, podría esperarse que compradores con mayor disponibilidad de dinero adquieran inmuebles de mayor calidad.

Al respecto, Rosen (1974) señaló que solamente en ese caso es verdad que a mayor poder adquisitivo aumente inequívocamente la calidad global de los bienes consumidos, de modo que se produzca una estratificación por nivel de ingreso en el consumo de bienes diferenciados. Enfatizó, asimismo, que no hay ninguna razón convincente por la que la calidad consumida deba incrementarse en todos sus atributos, con el ingreso. Al decir de Lipsey y Rosenbluth (1971), la teoría de los bienes «Giffen» logró su rehabilitación a partir del análisis de los productos diferenciados, en el sentido que algunos componentes de la calidad de un producto pueden disminuir, al tiempo que otros pueden aumentar.

A los efectos de ilustrar este concepto, la Figura 5 representa la variación de  $z$  en una sola dimensión, proyectada en el plano de corte  $z_k \rightarrow \theta$ . Haciendo variar solamente la cantidad de la característica  $z_k$  y dejando el resto de las características de  $z$  fijas en su nivel óptimo, la función  $\theta(z_1^*, \dots, z_k, \dots, z_K^*; u^*, M)$  define una familia de curvas de indiferencia, para la que se muestran solamente dos productores licitantes,  $\theta^1$  y  $\theta^2$ . Este último

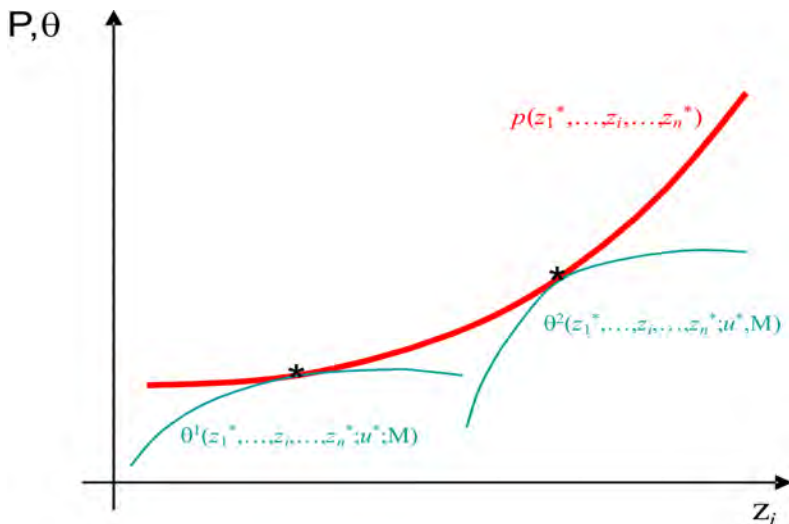


Figura 5. Funciones de licitación y equilibrio de mercado.

Fuente: Adaptado de Lanfranco, Ois y Bedat (2006) sobre el original de Rosen (1974).

prefiere lotes con mayor cantidad de la característica  $z_k$  y, por tanto, está dispuesto a pagar un mayor valor por ello ( $\theta^2 > \theta^1$ ).

Según Rosen (1974), una consecuencia clara derivada de este modelo sería una tendencia natural hacia la segmentación del mercado, en el sentido que aquellos consumidores que exhiben valores similares en su función de licitación tenderían a adquirir bienes (en este caso particular, predios rurales) de similares características. Según este autor, se trata de un resultado ampliamente conocido en las primeras aplicaciones que utilizaron modelos de equilibrio especial, como el caso de Tiebout (1956).

Asumiendo que los compradores poseen diferentes gustos y preferencias que, también inciden en sus decisiones, la función de utilidad puede re-expresarse como  $U(x, z_1, z_2, \dots, z_K, \psi)$ , donde  $\psi$  es un parámetro que difiere de persona a persona. Así, la función de licitación o de valor depende tanto de  $\psi$  como de  $M$ . Considerando toda la población de potenciales compradores existe una función de distribución de probabilidad conjunta,  $F(M, \psi)$  y el equilibrio global para todos ellos esta dado por una familia de funciones de licitación, cuyo límite o «envoltura» superior es  $p(z_1^*, z_2^*, \dots, z_K^*)$ , es decir, es la función de precios implícitos o función de precios hedónicos de mercado. La función  $p(z)$  es común a todos los consumidores, los que actúan en forma competitiva, aun cuando el costo marginal de la  $k$ -ésima característica  $p_k$ , no sea necesariamente constante.

Para modelar la decisión de venta de un inmueble rural, por el otro lado, esta investigación se aparta ligeramente del enfoque de Rosen (1974) pero más que nada en el plano conceptual. No se trata de un productor de un bien puesto a la venta sino del propietario de un factor de producción que enfrenta la decisión de vender. Conceptualmente, no

produce ni tiene incidencia en los valores de  $z$ , a menos que se incluyan las mejoras dentro del vector de características. En sus atributos originales (productividad potencial, localización) los valores están dados.

En su aplicación empírica, el modelo se comporta en forma muy similar. El papel que en el análisis estándar, en economía de la producción juega la función de costos, en este caso se sustituye por una función  $C(Q, z)$  que representa la utilidad que, en términos monetarios, el vendedor deja de percibir, por desprenderse de un factor de producción (beneficio sacrificado). Haciendo  $Q = 1$  debido a que el vendedor posee solamente un inmueble rural que pone a la venta, la función  $C$  es convexa y depende de los niveles de  $z$ , es decir de la calidad del bien como factor de producción. Además, es creciente en sus argumentos, de modo que  $C_{z_k} > 0$ . Asumiendo, entonces, que el beneficio neto obtenido por el vendedor depende de los atributos del predio, la decisión de venta puede ser expresada de la siguiente manera:

$$\text{Max}_{z_1, z_2, \dots, z_K} \pi = p(z_1, z_2, \dots, z_K) - C(z_1, z_2, \dots, z_K) \quad (9)$$

El vector  $z$  juega, de alguna manera, el papel que la restricción tecnológica imbuída en la función de producción realiza en el análisis tradicional. Las características del predio determinan la productividad potencial y, por tanto, expresa el valor presente de las rentas y beneficios futuros,  $C$ , que el vendedor dejará de percibir. En definitiva, la función  $C$  puede asimilarse al costo de oportunidad de deshacerse de ese factor de producción.

Recuérdese que el precio está expresado por unidad de superficie. Apelando nuevamente al cálculo diferencial, la solución óptima a (9) se obtiene a partir de las CPO:

$$\text{CPO: } \frac{\partial \pi}{\partial z_k} = p_k(\mathbf{z}) - C_k(\mathbf{z}) \Rightarrow p_k(\mathbf{z}) = C_k(\mathbf{z}), \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (10)$$

En forma análoga al análisis estándar, el precio de equilibrio de una hectárea de campo se obtiene cuando el beneficio marginal proveniente de una unidad adicional del atributo  $z_k$ , iguala su costo marginal.

Para el caso del vendedor se define una *función de ofrecimiento*,  $\varphi(z_1, z_2, \dots, z_K; v, \pi)$ , que indica el precio unitario que el dueño del campo estaría dispuesto a aceptar, para obtener un cierto nivel de beneficio,  $\pi$ . El parámetro  $v$  por su parte, es único para cada vendedor y hace a su percepción absolutamente personal y subjetiva acerca del valor del inmueble que posee. Se puede decir, entonces, que:

$$\pi = \varphi(z_1, z_2, \dots, z_K; \pi, v) - C(z_1, z_2, \dots, z_K) \quad y$$

$$C(z_1, z_2, \dots, z_K) = \varphi \quad (11)$$

Diferenciando las ecuaciones en (11) se obtiene  $\varphi_{z_k} = C_{z_k}$  y  $\varphi_{\pi} > 0$ . Esto significa que el precio mínimo de reserva del oferente para vender su campo, para un nivel dado de  $\pi$  y asumiendo que dicho precio es creciente en  $z_k$ , para  $k = 1, \dots, K$ , es  $\varphi_{z_k}$ . Aquí, nuevamente la convexidad de  $C$  no asegura necesariamente que  $\varphi_{z_k z_k} > 0$ .

Rosen (1974) remarcó que, en tanto  $\varphi$  es el precio que el vendedor está dispuesto a aceptar para un predio de característica  $\mathbf{z}$  y nivel de beneficio  $\pi$ , mientras que  $p(\mathbf{z})$  es el precio máximo que se puede conseguir en el mercado por inmuebles de ese tipo, el

beneficio  $\pi$  es maximizado, al igual que en (9), cuando se maximiza la función de ofrecimiento sujeta a la restricción  $p = \varphi$ . La solución al problema se encuentra donde:

$$p_k(\mathbf{z}^*) = \varphi_{z_k}(z_1^*, z_2^*, \dots, z_K^*; \pi^*, v) \quad y$$

$$p(\mathbf{z}^*) = \varphi(z_1^*, z_2^*, \dots, z_K^*; \pi^*, v) \quad (12)$$

El equilibrio, desde el punto de vista del vendedor, se produce por la tangencia entre la superficie de indiferencia beneficio-características y la superficie de precios implícitos del mercado de características.

Para visualizar mejor la situación de equilibrio, en la Figura 6 se considera nuevamente la variación de  $\mathbf{z}$  en una sola dimensión. Haciendo variar solamente la cantidad de la característica  $z_k$ , la función  $\varphi(z_1^*, \dots, z_k^*, \dots, z_K^*; \pi_0^*, v)$  define una familia de curvas sobre el plano de corte  $z_k \rightarrow \varphi$  a través del hiperplano de indiferencia, dejando el resto de las características de  $\mathbf{z}$  fijas en su nivel óptimo. En forma simplificada, solamente se muestran dos productores oferentes,  $\varphi^1$  y  $\varphi^2$ , el último de los cuales ofrece un predio cuya única diferencia con el primero es que exhibe mayor cantidad de la característica  $z_k$ . Por esa razón, exigirá un mayor valor a cambio de su predio ( $\varphi^2 > \varphi^1$ ).

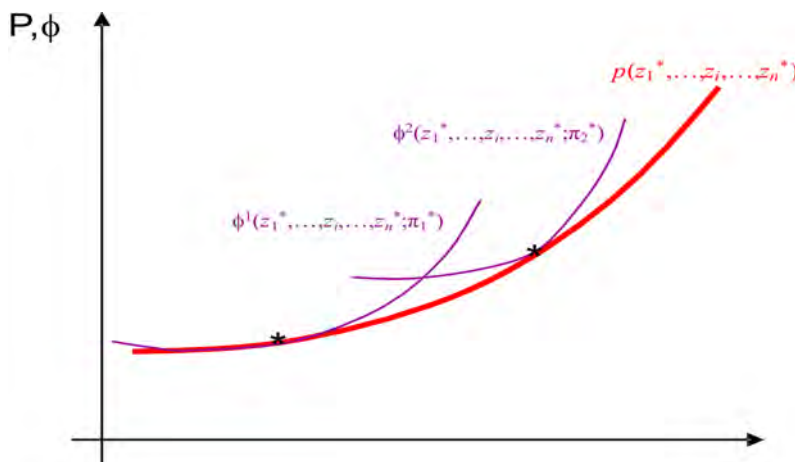


Figura 6. Funciones de ofrecimiento y equilibrio de mercado.

Fuente: Adaptado de Lanfranco, Ois y Bedat (2006) sobre el original de Rosen (1974).



Siendo que el parámetro  $v$ , que tiene una distribución, a lo largo de la población de vendedores, caracterizada por  $G(v)$ , hay una multiplicidad de funciones de ofrecimiento, cuyo límite o «envoltura» inferior está delimitado por, nuevamente, la función de precios implícitos o función de precios hedónicos de mercado, aunque esta vez por debajo.

El equilibrio entre oferta y demanda, en el mercado de productos diferenciados, se produce cuando las respectivas funciones de licitación y de ofrecimiento se tocan. En dicho punto, el gradiente común correspondiente al gradiente de la función  $p(\mathbf{z})$  de precios implícitos que compensa el mercado (equilibra oferta y demanda). En consecuencia, las observaciones de  $p(\mathbf{z})$  representan la «envoltura» simultánea de una familia de funciones de licitación y una familia de funciones de ofrecimiento. Gráficamente, esto se observa superponiendo las dos situaciones anteriores como se observa en la Figura 7.

Nótese que estas no son las tradicionales curvas de oferta  $O(\mathbf{z})$  y demanda  $D(\mathbf{z})$  que se graficarían en el usual plano de corte  $Q \rightarrow P$ . Por ejemplo, para  $N$  predios ofrecidos en el mercado que difieran al menos en la característica  $z_k$ , habrá  $N$  curvas de oferta y  $N$  diferentes puntos de equi-

librio, dispuestos sobre los ejes de coordenadas que representan precio ( $P$ ) y cantidad ( $Q$ ).

Pero en este caso y a los efectos prácticos, el interés no se encuentra en dichas curvas de oferta y demanda tradicionales – las cuales son inobservables para vendedores y compradores – sino en la variación que se observa en los precios de los distintos predios comercializados. Esta variación está representada por la trayectoria de desplazamiento de los  $N$  puntos de equilibrio cuando varía la composición de  $\mathbf{z}$ . en la  $K$  dimensiones del hiperplano de corte  $z_k \rightarrow P$ . El interés radica precisamente en la función envolvente  $p(\mathbf{z})$ .

Rosen (1974) destacó que, en tanto envoltura, la función  $p(\mathbf{z})$  no revela, en sí misma, absolutamente nada acerca del proceso que la genera, con algunas excepciones muy particulares, sin importancia práctica: o bien que los vendedores fueran idénticos y, por tanto,  $v$  no varíe, o que estos difieran pero los compradores fueran idénticos. No obstante el interés de este trabajo es investigar el impacto que ha tenido el índice de productividad CONEAT y otras variables relevantes en el precio pagado por los inmuebles rurales en el Uruguay.

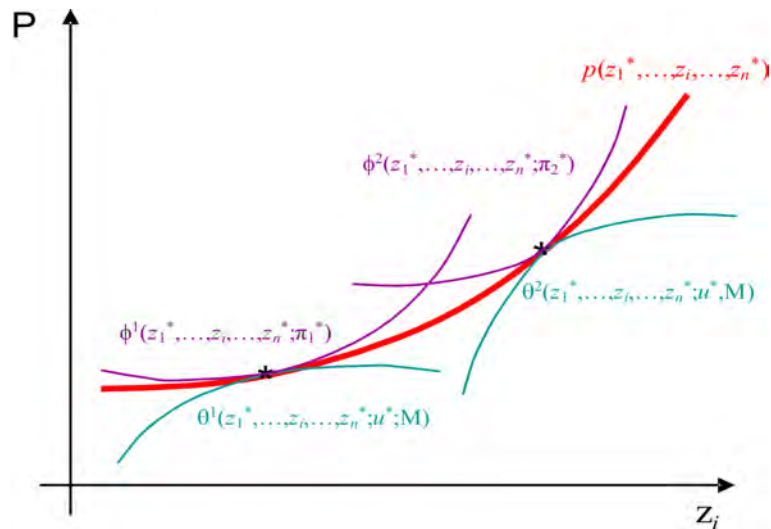


Figura 7. Equilibrio en el mercado de productos diferenciados. Fuente: Adaptado de Lanfranco, Ois y Bedat (2006) sobre el original de Rosen (1974).

Como sea que cada predio tiene una diferente dotación de características que pueden ser descritas y medidas, tanto cuantitativa como cualitativamente, a través del vector de características  $z$ , puede decirse que el mercado de tierras es un mercado diferenciado. El instrumental metodológico más adecuado para el análisis empírico es, por tanto, aquel que permite esta consideración. El marco teórico propuesto es, entonces, el adecuado para justificar la aplicación de un método de estimación basado en un modelo de precios hedónicos.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Base de datos utilizada e información básica registrada

##### 3.1.1 Definición de la base de datos

Para la presente investigación se utilizó una base de datos proporcionada por la consultora SERAGRO, que contiene operaciones de compra-venta de inmuebles rurales de más de 1.000 hectáreas, registradas por el Instituto Nacional de Colonización (INC). A los datos originales, la consultora SERAGRO añadió otras operaciones no registradas por el INC, por no llegar a las 1.000 hectáreas. La base definitiva estuvo compuesta por 1.407 observaciones que dan cuenta de transacciones realizadas entre diciembre de 1993 y abril de 2005, inclusive.

Cada observación quedó constituida por la fecha de transacción (mes y año), precio pactado (en dólares por hectárea), superficie (en hectáreas), índice CONEAT, localización geográfica (departamento) y aptitud de uso del predio (ganadero, agrícola-ganadero, agrícola, lechero, arrocero, forestal). Los suelos de aptitud arrocera se consideran por separado debido a que, en Uruguay, el 100% del arroz se realiza bajo riego. En contraposición, el término agrícola refiere a los restantes cultivos agrícolas, tanto de invierno (trigo, cebada, avena para grano) como de verano (maíz, sorgo, soja, girasol), que en Uruguay son básicamente de secano. En este estudio, no se consideraron suelos de uso hortícola ni frutícola.

##### 3.1.2 Descripción de las variables incluidas en el análisis

###### Precio

La variable precio registra el valor de las 1.407 transacciones de inmuebles rurales expresado en dólares por hectárea (US\$/ha). El precio es la variable dependiente del análisis. Se usan los valores sin deflactar (US\$ corrientes), siendo que se utilizó el tipo de cambio como variable control.

###### Productividad

Como expresión cuantitativa de la productividad de la tierra se utilizó el índice CONEAT (IC). El marco histórico y conceptual que subyace al IC, así como las ventajas y desventajas de su utilización como expresión de la productividad de la tierra para uso agropecuario, constituyó el abordaje teórico presentado en la segunda sección del capítulo 2 de esta publicación. La base de datos incluía el valor de IC para cada uno de los 1.407 predios transados, por lo que dicha variable fue utilizada directamente a partir de la misma.

###### Localización

La única variable de localización disponible en la base de datos fue el departamento, razón por la cual se consideró solamente a este nivel. Como ya fue discutido, el índice de productividad CONEAT considera en alguna medida, la ubicación del predio con respecto a centros poblados y carreteras, según su importancia. Esto hizo que algunos padrones sufrieran correcciones de hasta en un 10% para incluir estos factores extrínsecos dentro del índice.

Al tratarse de una variable descriptiva, la localización departamental se incorporó al análisis empírico a través de un conjunto de variables binarias. Así, cada departamento se representó a través de una variable binaria (*dummy*), resultando en una serie de 17 variables identificadas con el nombre correspondiente (Artigas, Canelones, Cerro Largo, Colonia, Durazno, Flores, Florida, Lavalleja, Maldonado, Paysandú, Río Negro, Rivera, Rocha, Salto, San José, Soriano y Tacuarembó). El departamento de Montevideo no fue

incluido como variable al no haber ningún predio proveniente del mismo en la base de datos. Tampoco incluyó la variable correspondiente al departamento de Treinta y Tres, la que fue excluida para evitar problemas de singularidad en la matriz de datos, tomándose como base.

**Superficie**

La base de datos contenía el dato de superficie del predio, medido en hectáreas, de modo que esta variable cuantitativa se incluyó en el análisis tal cual se encontraba disponible en la base original.

**Aptitud de Uso**

DIEA (2004) publicó una regionalización de las principales actividades agro-productivas para los años 1990 y 2000, considerando la proporción en que las diversas actividades utilizaban el recurso tierra, a partir de información aportada por los censos agropecuarios. Dicha regionalización representa el uso efectivo del suelo (Figura 8), lo

cual no representa necesariamente su aptitud de uso. Sin embargo, mapea dos momentos en el tiempo que puede tomarse como un buen indicativo de la situación vigente durante el período de estudio (1993-2005).

La definición de la aptitud de uso fue una de las variables descriptivas incluidas por SERAGRO en la base de datos, de modo que el análisis se llevó a cabo utilizando dicha información. Cada observación de la base de datos se corresponde con un predio o un campo transado, el cual fue clasificado a posteriori en una de seis posibles categorías, de acuerdo a su aptitud potencial de uso: *agrícola, agrícola-ganadera, arrocera, ganadera, forestal y lechera*. La base de datos no consideró transacciones de tierras de uso hortícola, frutícola, cítrica o vinícola, razón por la cual dichos rubros no fueron considerados.

A continuación, se presenta una definición aproximada para cada una de las 6 categorías de aptitud consideradas, acompañadas de una zonificación aproximada que

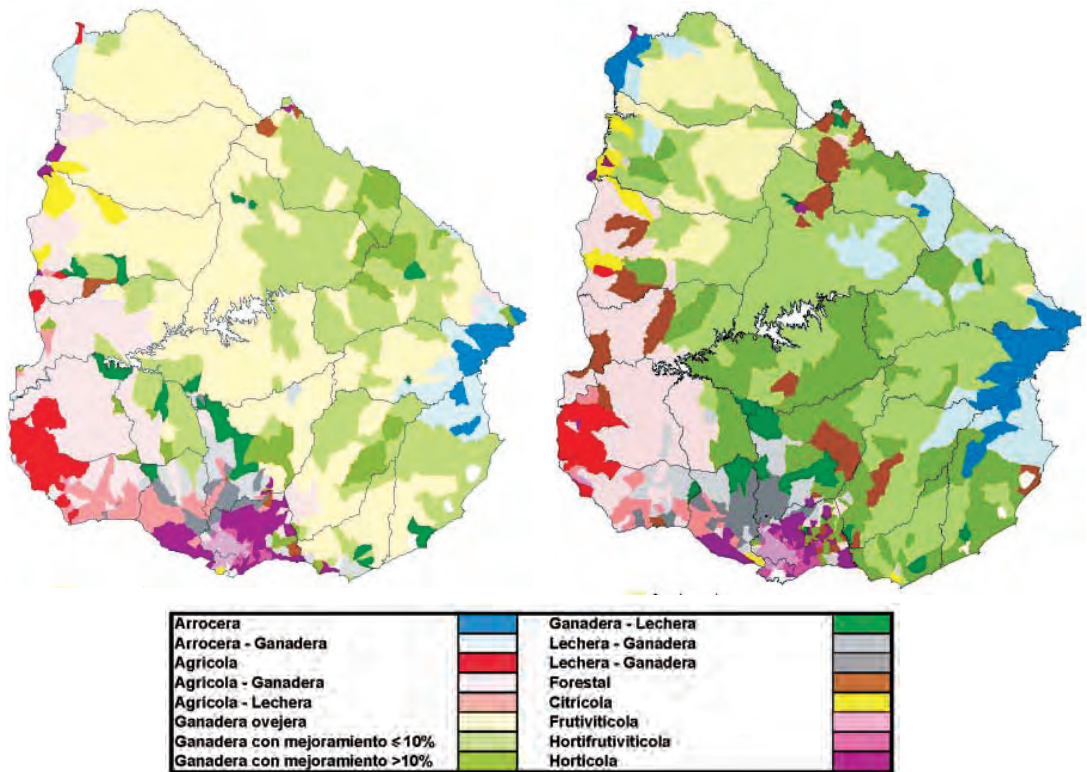


Figura 8. Regiones agropecuarias en el año 1990 y 2000.

Fuente: Adaptado de DIEA (2004).

se presenta con fines meramente ilustrativos. Las primeras cinco fueron reseñadas por Molfino (2002), quien destacó que para su confección se utilizó como base el Boletín Técnico No 9 de la Dirección de Suelos del MGAP, el cual se ajustó de acuerdo a los requerimientos de FAO. Para la última (aptitud lechera), se tomó la regionalización de DIEA (2004) sobre datos del censo general agropecuario de 2000.

La delimitación de las zonas simplemente refiere a la aptitud predominante en cada una, ya que no dicha aptitud no tiene por que ser exclusiva. Esto da lugar a cierta superposición entre las mismas<sup>7</sup>, pudiendo lógicamente coexistir predios con diferente aptitud dentro de una determinada zona. Por lo pronto, nada impide que un campo identificado individualmente con una aptitud determinada se localice en un área diferente. Al tratarse justamente de variables descriptivas o cualitativas, las aptitudes de uso fueron incluidas por medio de un conjunto de variables binarias, una por cada categoría,

con excepción de la aptitud *agrícola-ganadera*, usada como base.

→ *Tierras de aptitud principalmente agrícola*

Esta categoría incluye unidades de la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay (CRSU) de la escala 1:1.000.000, las que se estima poseen un 75% de su superficie con tierras arables bajo laboreo convencional (Figura 9). Dentro de este orden se distinguen 4 clases de acuerdo a su intensidad de uso (Muy Alta, Alta, Media y Baja).

En la separación de estas clases se hizo especial énfasis en el riesgo de erosión hídrica.

→ *Tierras de aptitud principalmente agrícola-ganadera*

Incluye unidades de la CRSU, donde se estima que presentan entre 25 y 50 % de su superficie con tierras arables (Figura 10).

Son tierras donde pueden coexistir los dos principales modelos de producción tanto el ganadero como la agricultura. Con res-

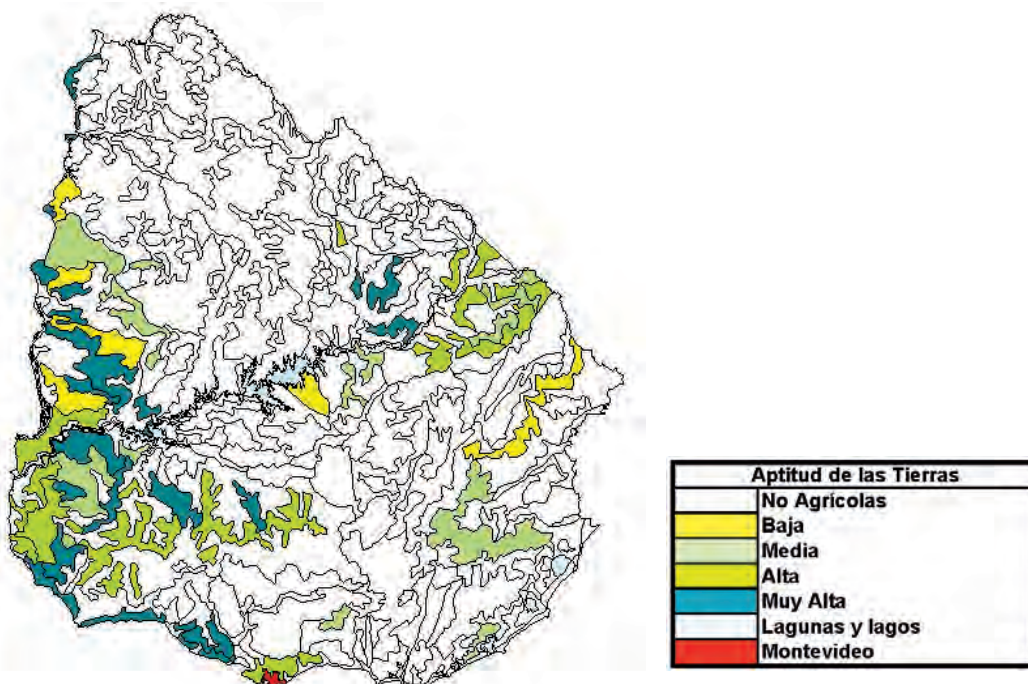
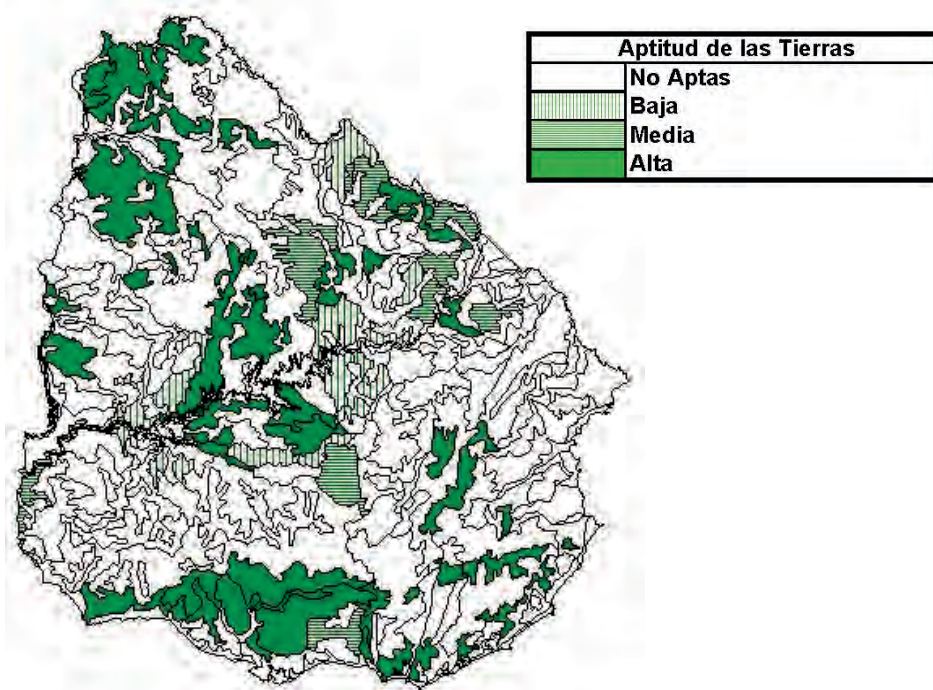


Figura 9. Tierras de aptitud principalmente agrícola.

Fuente: Adaptado de Molfino (2002).

<sup>7</sup>Al no estar considerada la aptitud lechera en dicha zonificación, el área definida para dicha aptitud está contenida en las anteriores, la mayoría posiblemente dentro de la zona agrícola-ganadera.



**Figura 10.** Tierras de aptitud principalmente agrícola-ganadera.

Fuente: Adaptado de Molfino (2002).

pecto a los ganaderos, estos incluyen principalmente los campos de invernada, los cuales no precisan de mejoras sustanciales en las pasturas para el engorde. Dentro de este orden se separan 3 clases (Alta, Media y Baja) de acuerdo a su intensidad de uso y el riesgo de erosión.

→ *Tierras de aptitud principalmente pastoril (ganadera)*

Se incluyen unidades de la CRSU que por presentar problemas de pendiente importantes, superficialidad o con un porcentaje de formaciones rocosas considerables, poseen menos de 25 % de tierras arables bajo laboreo convencional (Figura 11). Principalmente son campos ganaderos de cría o ciclo completo.

La ganadería ocupa la superficie más grande del país; mayor a la representada en esta zona. Es muy difícil encontrar zonas donde no se practique aunque sea de forma secundaria. Solamente cede en importancia en las regiones lecheras y de agricultura extensiva de secano. Dentro de este orden, de acuerdo al grado de las limitantes men-

cionadas se separaron 3 clases (Alta, Media y Baja).

→ *Tierras de aptitud principalmente arrocera*

Este tipo de tierras ha sido el que ha tenido una evolución más marcada entre 1990 y el período considerado en este estudio. Incluye unidades de la CRSU que exhiben 50 % de tierras arables, además de presentar características topográficas favorables para el cultivo del arroz (Figura 12). Se consideró también la cercanía a fuentes de agua.

Actualmente, el área arrozable se ubica en el entorno de las 200 mil hectáreas. La superficie promedio plantada con el cereal, para el período del estudio (1993-2005), fue de 167 mil hectáreas. El cultivo se encuentra fuertemente localizado en tres zonas<sup>8</sup>. La zona Este comprende los departamentos de Rocha, Lavalleja, Treinta y Tres y este de Cerro Largo. Abarca las planicies de la Laguna Merín y del Atlántico. Reúne más de la mitad de las tierras arrozables del país, formando además una superficie relativamente continua y concentrada de topografía ge-

<sup>8</sup>[http://www.aca.com.uy/el\\_cultivo.html](http://www.aca.com.uy/el_cultivo.html)

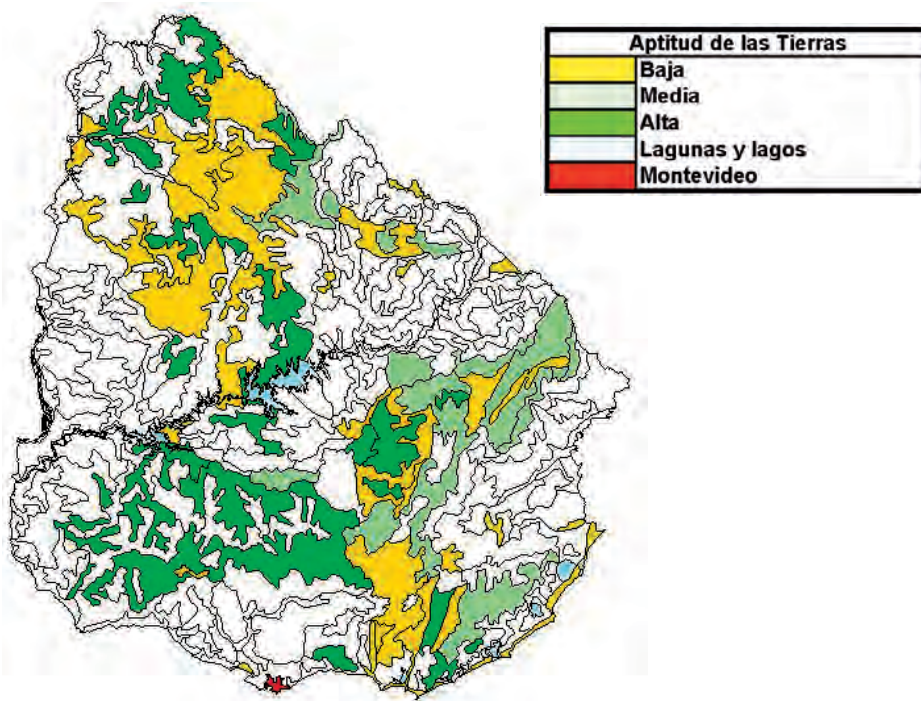


Figura 11. Tierras de aptitud principalmente pastoriles (ganadería).  
Fuente: Adaptado de Molfino (2002).

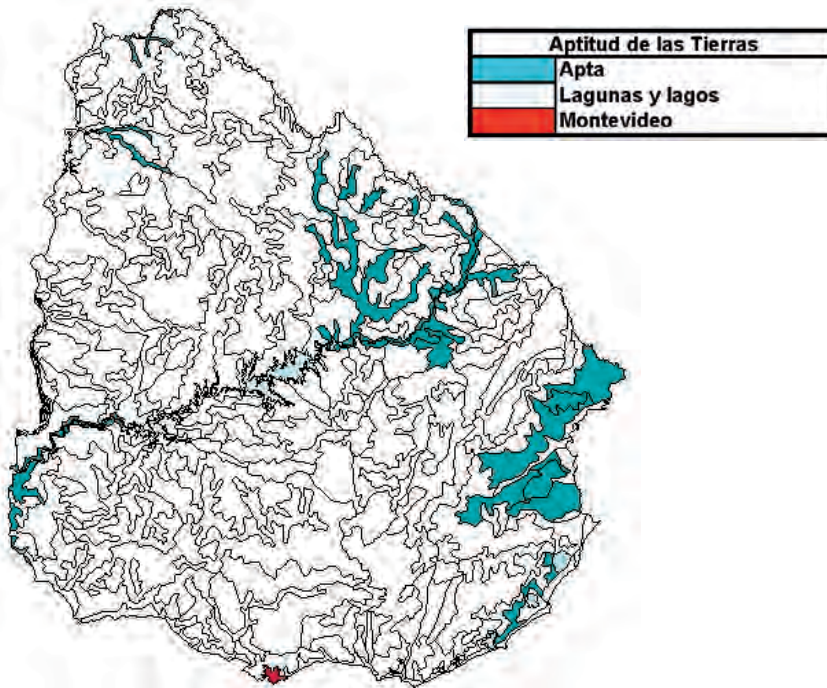


Figura 12. Tierras de aptitud principalmente arrocera.  
Fuente Adaptado de Molfino (2002).

neral muy plana y contando con fuentes de agua muy abundantes.

La zona Centro abarca los departamentos de Rivera, Tacuarembó, oeste de Cerro Largo y norte de Durazno. Abarca fundamentalmente la cuenca del Río Negro y está formada por un «mosaico» relativamente discontinuo de áreas arrozables, que en general requieren de represa para el riego.

La zona Norte, por su parte, abarca se ubica en los departamentos de Artigas y Salto. Ocupa parte de la cuenca de los ríos Cuareim y Uruguay. También está formada por áreas más o menos discontinuas y dispersas y donde las pendientes son, en general, más pronunciadas y que, como en la zona centro, el mayor porcentaje se riega desde represas.

→ *Tierras de aptitud forestal*

Toman en cuenta las unidades de la CRSU que presentan características favorables para el crecimiento de diversas especies forestales. Junto a la superficie arrocera, la forestación es una de las actividades productivas agropecuarias con mayor modifica-

ción desde 1990 a la fecha límite considerada por este estudio. Se observa una fuerte identificación con suelos arenosos y de serranías. Los departamentos donde se constatan una cantidad considerable de hectáreas plantadas son Tacuarembó, Rivera y Paysandú (Figura 13).

→ *Tierras de aptitud lechera*

Como ya fue mencionado, esta última zona de aptitud no estaba considerada en la descripción de Molino (2002). La lechería presenta una fuerte presencia en el sur y en el oeste del país, particularmente en los departamentos de San José, Colonia, el Sur de Florida y Norte de Canelones, a lo que se agrega la nueva cuenca del litoral oeste y las pequeñas cuencas departamentales. La Figura 14 mapea la regionalización de la actividad lechera en base a la producción de litros por kilómetro cuadrado de superficie censada en cada área de enumeración. Los datos refieren al Censo General Agropecuario 2000 (DIEA, 2000) «La ubicación territorial de la producción lechera ha estado básicamente ligada a los principales centros de consumo -en particular Montevideo-, en com-

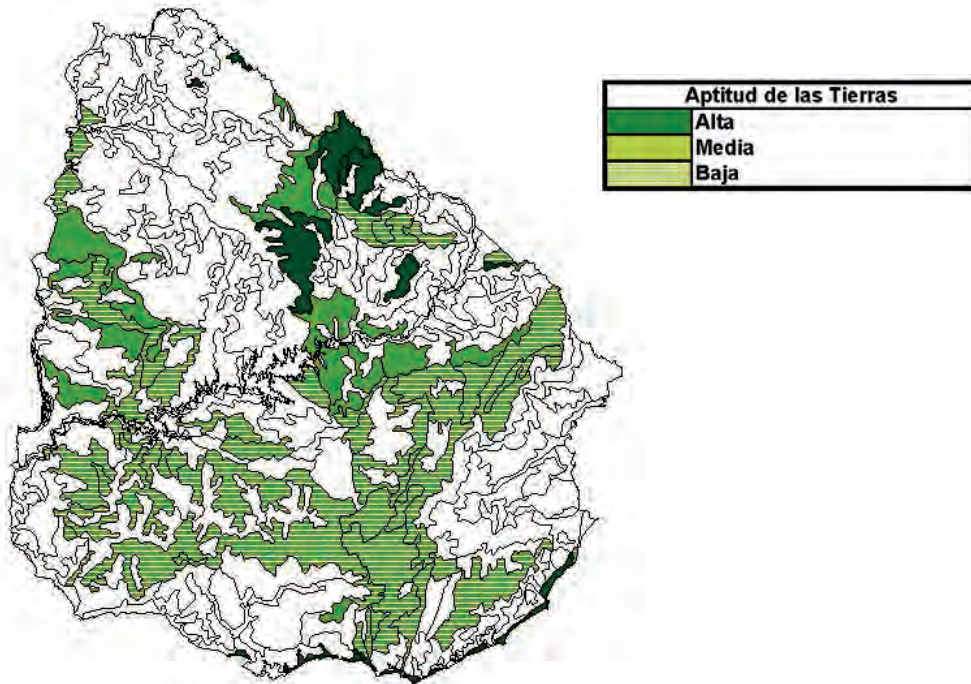


Figura 13. Tierras de aptitud principalmente forestal.

Fuente: Adaptado de Molino (2002).

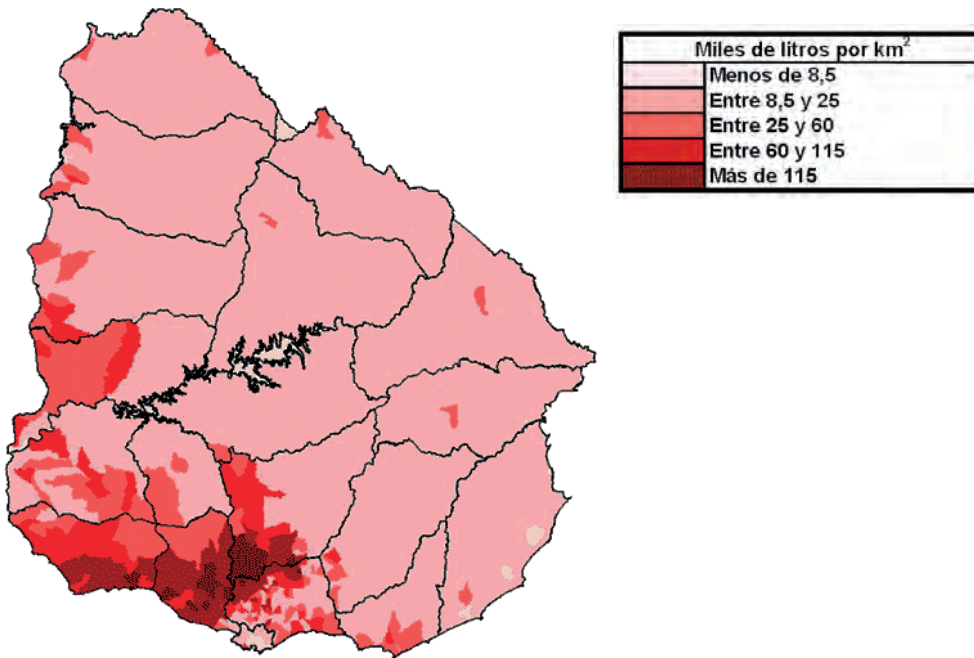


Figura 14. Tierras de aptitud lechera.

Fuente: Censo General Agropecuario 2000 MGAP-DIEA.

binación con la aptitud natural del suelo que es el principal recurso utilizado en este rubro de base pastoril» (DIEA, 2003).

**Variables de Control**

Para el análisis empírico se utilizaron algunas variables exógenas con el objetivo de controlar efectos de mercado y condiciones generales de la economía. Las variables de control utilizadas fueron el tipo de cambio (\$/US\$), precio del gasoil (US\$/l) y precio de la vaca gorda (US\$/kg en pie). Las fuentes utilizadas para recopilar esta información fueron, respectivamente, las series de precios históricas publicadas por el Banco Central del Uruguay (BCU), por el Instituto Nacional de Carnes (INAC) y por la Dirección de Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DIEA). Adicionalmente, se utilizó una variable discreta para controlar los efectos del período de transacción.

→ *Tipo de cambio*

Las transacciones de inmuebles rurales se realizan fundamentalmente en dólares americanos (US\$). El tipo de cambio se incluyó como precio del dólar expresado en

pesos uruguayos. Para cada transacción se registró el promedio comprador de su valor nominal del mes en el que se realizó la transacción. En los 146 meses que abarca el estudio, el dólar osciló entre \$4,376 y \$29,761. El promedio para todo el período (diciembre 1993 a abril 2005) fue de \$14,03 por dólar. Esta variable captura en muy buena medida la inflación en dólares, relevante para este mercado. Muchos trabajos de este tipo han incluido directamente una medida de inflación en vez del tipo de cambio ya que, en su mayoría, fueron realizados en Estados Unidos o en la eurozona.

→ *Precio del gasoil*

El gasoil es una de las variables instrumentales que se agregan al modelo y fue elegida precisamente por ser un insumo para toda la actividad agropecuaria. Es una forma de representar los costos relativos implícitos del sector rural. Hay que señalar que el sector agropecuario posee una demanda inelástica frente al precio del gasoil. En los últimos años, este sector ha tenido un consumo que representa el 8 % del consumo energético total del país, siendo en su mayor parte justamente gasoil. El consumo



de este combustible por parte del sector agropecuario solamente es superado por el sector transporte, con el cual el agro tiene un estrecho vínculo comercial.

→ *Precio de la vaca gorda*

La segunda variable instrumental utilizada en el modelo empírico fue el precio de la vaca gorda. El precio de la vaca gorda está estrechamente ligado al del novillo gordo, por lo cual resultaba indiferente introducir uno u otro en el modelo. La correlación entre ambos precios, estimada a partir de series mensual para el periodo de la presente investigación, arrojó una correlación de 0,9814.

Así como el combustible se incluyó como representativo de los costos de producción, a través de su precio, el precio del ganado se utilizó como representativo del producto final para la mayoría de los propietarios de tierras, como actividad predominante en el país, ya sea en forma exclusiva o combinada con otras.

→ *Período de transacción*

El período considerado por el estudio, en razón de los datos disponibles, abarcó diciembre de 1993 a abril de 2005. Tanto el último año como el primero no están completos y, por ende, no son nada representativos, en forma individual. Exceptuando estos dos extremos, la distribución de las mostró una distribución bastante uniforme entre años. Se puede destacar un gran número de operaciones en los años de buen desempeño económico como ser 1997 y 2003.

Esta variable se incorporó a través de un conjunto de variables binarias (*dummy*), tomando como base el año pero agrupando en clases o períodos, según fuera necesario y en base a dos criterios: Por un lado, lograr que los intervalos de tiempo mostraran cierto equilibrio, tanto en el número de operaciones como en la superficie involucrada. En segundo lugar, se usó como criterio auxiliar el precio promedio de la superficie transada en cada año. Como resultado, se definieron las siguientes variables binarias, cuyo período se especifica entre paréntesis:  $p1$  (agrupó desde 1993 hasta 1995),  $p2$  (1996),  $p3$  (1997),  $p4$  (1998),  $p5$  (1999),  $p6$  (2000),  $p7$  (2001),  $p8$  (2002 y 2003) y, por último,  $p9$  (2004 y 2005). Al excluirse  $p2$ , para evitar

colinealidad en los datos, el año base quedó definido como 1996.

### 3.2 Estimación del modelo de precios hedónicos

El modelo de precios hedónicos de la tierra se estimó por el método de *mínimos cuadrados ordinarios* (MCO) mediante una regresión multivariada. La variable dependiente fue el precio de la hectárea, expresada en dólares (US\$), registrado en cada operación de compra-venta. Como variables independientes se consideraron, en primer lugar, las características del predio incluidas en el vector  $\mathbf{z}$ : índice CONEAT, superficie, localización y aptitud.

La estimación del modelo hedónico permitió calcular el precio implícito asignado a las características del predio. Esto se obtuvo diferenciando  $p(\mathbf{z})$  con respecto a cada  $z_k$  y evaluando las derivadas para cada una de las características:

$$p = f(z_1, z_2, \dots, z_K), \quad (13)$$

$$p_k(\mathbf{z}) = \frac{\partial p(\mathbf{z})}{\partial z_k}, \quad k = 1, 2, \dots, K, \quad (14)$$

donde  $p$  es el precio por hectárea del predio y  $p_k$  es el precio implícito o valor marginal de la característica  $k$ , por ejemplo, del índice CONEAT. Los precios hedónicos o valores marginales observados en (14) simplemente conectan los precios de reserva de equilibrio,  $\theta$  y  $\varphi$ , con las características que determinan la calidad del inmueble, tal que  $\varphi(\mathbf{z}) = p(\mathbf{z}) = \theta(\mathbf{z})$ , no revelando ninguna información acerca de la estructura de las funciones de oferta y demanda subyacentes.

La función de precios hedónicos permite la inclusión de relaciones no lineales. Dichas relaciones no lineales pueden igualmente estimarse por MCO, en tanto que el modelo continúe siendo lineal en sus parámetros. En este estudio, se incluyó una relación no li-

neal solamente para el índice CONEAT (IC). En tanto que la teoría no específica, *a priori*, ninguna relación particular entre el IC y el precio, se evaluaron diferentes formas funcionales para establecer dicha relación.

El modelo empírico quedó compuesto por 1 constante,  $K$  relaciones lineales, 1 relación cuadrática inversa,  $R$  condiciones de mercado y  $S$  períodos de tiempo. Para  $n = 1, \dots, N$  observaciones, la función (13) se expresó finalmente como:

$$p_n = \zeta + \sum_{k=1}^K \vartheta_k \cdot z_{nk} + \rho \cdot z_{n1}^{1/2} + \sum_{r=1}^R \tau_r \cdot w_{nr} + \sum_{s=1}^S \upsilon_s \cdot a_{ns} + \varepsilon_n, \quad n = 1, \dots, N \tag{15}$$

Si definimos a IC como el primer elemento del vector  $\mathbf{z}$  de características ( $k = 1$ ), las variables  $z_{n1}$  y  $z_{n1}^{1/2}$  representan la relación no lineal entre el IC y el precio de la tierra. Las restantes características se representaron en forma lineal, a través de  $z_{nk}$ , para  $k \neq 1$ . De estas, solamente la superficie del predio era una variable continua.

Para la variable referente a la localización del predio se creó una variable binaria (*dummy*) por cada uno de los departamentos en que se divide el país. Se exceptuó Montevideo, departamento para el cual no había datos de transacciones para predios de las características consideradas en este trabajo. Las seis diferentes aptitudes de uso del predio consideradas también se representaron a través de variables *dummy*. Para evitar la singularidad de los datos, en presencia de una constante en la regresión, se descartó una *dummy* de localización (Treinta y Tres) y una de aptitud (agrícola), las que quedaron como base. El vector de características del predio quedó conformado finalmente por dos variables para el IC, una para la superficie en hectáreas, cinco para la aptitud del predio y diecisiete para la localización, todo lo cual hizo que  $K = 24$ .

La variable  $w_{nr}$  representa la  $r$ -ésima condición de mercado. Las tres variables consideradas (tipo de cambio, precio de la vaca, precio del gasoil) son continuas, por lo que  $R = 3$ .

La variable  $a_{ns}$  reporta el período de tiempo al que corresponde la transacción. Dichos períodos no son necesariamente iguales en duración ya que para definirlos se consideró, también, el número de transacciones involucradas. Por esta razón, los 13 años de observaciones se agruparon en nueve períodos. Las transacciones realizadas entre 1993 y 1995 constituyeron un período; las ocurridas entre 2002 y 2003 también se agruparon, así como las ocurridas entre 2004 y 2005. El resto de los años se mantuvieron como períodos independientes. La representación de los períodos de tiempo así definidos se realizó a través de variables *dummy*, por lo cual, al descartar el período utilizado como base (1996) para evitar problemas de singularidad, se tiene que  $S = 8$ .

Los coeficientes  $\zeta, \vartheta_k, \rho, \tau_r$  y  $\upsilon_s$  son los 1 + 24 + 1 + 3 + 8 = 37 parámetros independientes de la regresión multivariada estimados por MCO. El término  $\varepsilon_n$  representa el error residual, el cual es independiente e idénticamente distribuido, tal que  $\varepsilon_n \sim N(0, \sigma^2)$ . La estimación se llevó a cabo utilizando un estimador consistente en presencia de heteroscedasticidad para la matriz de varianza-covarianza concebido por White (1980) con las correcciones recomendaciones por Davidson y MacKinnon (1993, p. 553-554).

Diferenciando (15) con respecto a  $z_k$  se obtiene el precio o valor marginal implícito para la característica  $k$ . Dejando de lado el subíndice referente al predio y sustituyendo por los coeficientes estimados para los parámetros,  $\hat{\vartheta}_k$  y  $\hat{\rho}$ , se obtienen las expresiones empíricas de (14). Nuevamente, si definimos  $k = 1$  para el CONEAT y dejando  $k \neq 1$ , para las restantes características, obtenemos la expresión (16):

$$p_1 = \hat{\vartheta}_1 + \frac{1}{2} \hat{\rho} \cdot z_1^{-(1/2)} \quad \text{y} \quad p_k = \hat{\vartheta}_k, \quad \text{para } k = 2, \dots, K \tag{16}$$

Si definimos la elasticidad precio como la variación, en términos porcentuales, en el precio ( $p$ ) del predio, originada por la variación en una de las características que lo des-

criben ( $z_k$ ), *ceteris paribus*, las  $K$  elasticidades respectivas son las presentadas en la expresión (17), siendo la primera de estas ( $\xi_1$ ), la elasticidad precio del índice CONEAT:

$$\xi_1 = \frac{\partial p(\mathbf{z})}{\partial z_1} \cdot \frac{\bar{z}_1}{\bar{p}} \quad y \quad \xi_k = \vartheta_k \cdot \frac{\bar{z}_k}{\bar{p}},$$

para  $k = 2, \dots, K$  (17)

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Estadísticas básicas del modelo

Las 1.407 observaciones que conformaron la base de datos objeto de estudio representaron un total de 2.410.844 hectáreas, cuyo valor total de venta superó los 1.435 millones de dólares. El valor promedio de la hectárea alcanzó a 643 dólares. En el Cuadro 1 se presenta la cantidad de operaciones, superficie transada, valor total y precio promedio de la hectárea, por segmento de tamaño.

El 90% de las transacciones registradas en la muestra analizada involucró predios con un tamaño en el rango entre 200 y 5.000 hectáreas. Estas operaciones representaron el 80% de la superficie transada. El 38% de las operaciones de compraventa ocurrió en predios ubicados en el rango de entre 1.000 y 2.000 ha, representando el 31% de la superficie. Se observa que el precio promedio de venta de la hectárea disminuye a medida que aumenta el rango de tamaño (Figura 15).

Esta comprobación no debe confundirse con la contribución neta del tamaño sobre el precio, es decir, con el efecto marginal que se verificaría al variar únicamente el tamaño de predio, dejando todos los restantes factores constantes. Esto último es lo que precisamente se cuantificó a través del modelo de precios hedónicos, como se verá en la próxima sección de este capítulo.

Desagregando la muestra de acuerdo a la localización geográfica de los predios se observa que el 60% de las operaciones corresponden a solo seis departamentos: Tacuarembó, Río Negro, Rivera, Soriano, Florida y Paysandú (Cuadro 2). En el caso de Rivera, la superficie transada representó 33% del área total del departamento, llegando a 26% en Tacuarembó y Río Negro, 20% en Paysandú, 19% en Flores y 15% en Soriano. La superficie total transada por departamento, registrada en la muestra, alcanzó o superó el 10% del área total departamental en los casos de Florida, Cerro Largo, Salto, Durazno y Rocha.

El máximo precio promedio de venta, en dólares por hectárea, correspondió a Colonia, departamento donde el área transada exhibió un CONEAT promedio de 150. Lo siguieron, en los primeros lugares, los departamentos de Canelones (US\$ 995, IC=107), Soriano (US\$ 895, IC=142), San José (US\$ 893, IC=136) y Río Negro (US\$ 872, IC=131), completando, de esta forma una faja que comprende los departamentos ubicados en el litoral sur y suroeste del país. Estos valores promedio no representan el efecto neto de la localización departamental sobre el precio.

Cuadro 1. Número de operaciones, superficie transada y valor.

| Rango de tamaño (ha) | Operaciones  |            | Superficie       |            | Valor de Transacción |            |
|----------------------|--------------|------------|------------------|------------|----------------------|------------|
|                      | N°           | %          | ha               | %          | US\$                 | US\$/ha    |
| Entre 30 y 200       | 66           | 5          | 8.574            | < 1        | 7.950.313            | 971        |
| De 201 y 500         | 183          | 13         | 67.061           | 3          | 48.581.775           | 744        |
| De 501 a 1.000       | 267          | 19         | 201.929          | 8          | 137.168.305          | 678        |
| De 1.001 a 2.000     | 538          | 38         | 755.984          | 31         | 446.614.412          | 594        |
| De 2.001 a 5.000     | 297          | 21         | 910.140          | 38         | 526.082.662          | 574        |
| Más de 5.000         | 56           | 4          | 467.156          | 19         | 268.844.581          | 604        |
| <b>TOTAL</b>         | <b>1.407</b> | <b>100</b> | <b>2.410.844</b> | <b>100</b> | <b>1.435.242.048</b> | <b>643</b> |

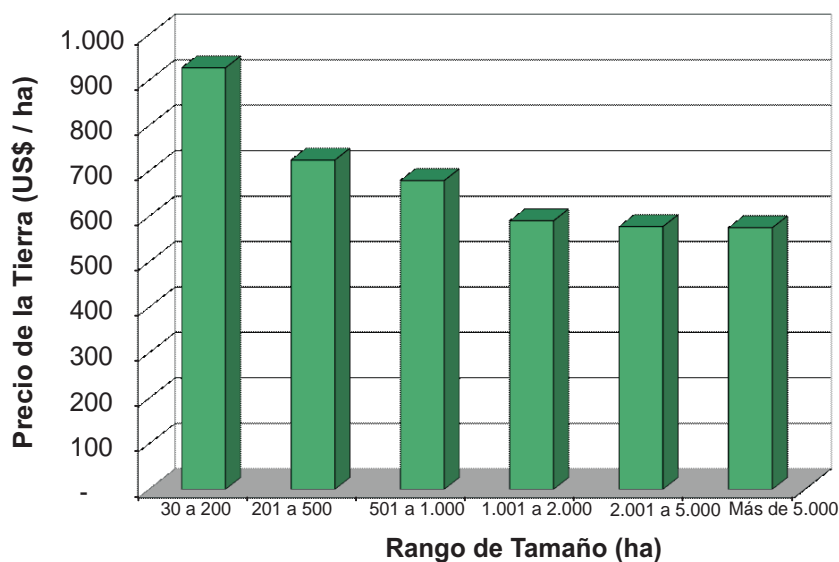


Figura 15. Precio promedio por hectárea, según rango de tamaño de predio.

Cuadro 2. Número de operaciones y superficie transada, por departamento.

| Departamento   | Operaciones  |            | Superficie (ha)  | % del Área Departamental | CONEAT promedio | Valor US\$/ha |
|----------------|--------------|------------|------------------|--------------------------|-----------------|---------------|
|                | Nº           | %          |                  |                          |                 |               |
| Artigas        | 34           | 2%         | 69.119           | 6%                       | 79              | 400           |
| Canelones      | 22           | 2%         | 5.353            | 1%                       | 107             | 995           |
| Cerro Largo    | 79           | 6%         | 157.567          | 12%                      | 84              | 519           |
| Colonia        | 19           | 1%         | 17.047           | 3%                       | 150             | 1.108         |
| Durazno        | 95           | 7%         | 129.927          | 11%                      | 104             | 508           |
| Flores         | 75           | 5%         | 96.939           | 19%                      | 119             | 671           |
| Florida        | 122          | 9%         | 130.579          | 13%                      | 108             | 651           |
| Lavalleja      | 42           | 3%         | 56.296           | 6%                       | 77              | 475           |
| Maldonado      | 15           | 1%         | 12.496           | 3%                       | 70              | 528           |
| Paysandú       | 119          | 8%         | 284.570          | 20%                      | 97              | 590           |
| Río Negro      | 144          | 10%        | 236.847          | 26%                      | 131             | 872           |
| Rivera         | 138          | 10%        | 313.827          | 33%                      | 84              | 603           |
| Rocha          | 64           | 5%         | 103.744          | 10%                      | 81              | 602           |
| Salto          | 66           | 5%         | 158.971          | 11%                      | 88              | 409           |
| San José       | 26           | 2%         | 23.889           | 5%                       | 136             | 893           |
| Soriano        | 135          | 10%        | 134.251          | 15%                      | 142             | 895           |
| Tacuarembó     | 183          | 13%        | 406.055          | 26%                      | 85              | 558           |
| Treinta y Tres | 29           | 2%         | 73.367           | 8%                       | 67              | 390           |
| <b>TOTAL</b>   | <b>1.407</b> | <b>100</b> | <b>2.410.844</b> | <b>-</b>                 | <b>102</b>      | <b>643</b>    |

Nota: Los porcentajes pueden no sumar 100 debido al redondeo.

Cuadro 3. Número de operaciones, CONEAT y precio promedio, según aptitud de uso.

| Aptitud Predominante | Participación | CONEAT promedio | Valor (US\$/ha) |
|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Agrícola             | 8%            | 169             | 1.208           |
| Agrícola-Ganadera    | 18%           | 133             | 806             |
| Arrocera             | 6%            | 85              | 650             |
| Ganadera             | 44%           | 92              | 477             |
| Forestación          | 22%           | 77              | 625             |
| Lechería             | 2%            | 102             | 643             |
| <b>TOTAL</b>         | <b>100%</b>   | <b>102</b>      | <b>643</b>      |

En el Cuadro 3, se presenta el porcentaje de operaciones por tipo de predio (aptitud de uso), acompañado del índice CONEAT promedio por tipo y el precio promedio, en dólares por hectárea. Se advierte que los clasificados como ganaderos puros representaron el 44% del total de 1.407 predios comercializados. Los predios forestales representaron 22%, los agrícola-ganaderos 18%, los agrícolas 8%, los arroceros 6% y los lecheros 2% (Figura 16).

En promedio, los predios con predominancia de aptitud ganadera recibieron los menores precios, los cuales aumentan a medida que el suelo se hace más agrícola (mayor proporción de tierras arables). En promedio, los suelos de aptitud arrocera y de aptitud forestal fueron comercializados, como era de esperarse, a precios más elevados que los

ganaderos, no obstante exhiben índices CONEAT promedio más bajos lo cual, en principio, podría estar denotando el sesgo ganadero del mismo.

## 4.2 Aplicación y resultados del modelo de precios hedónicos

### 4.2.1 Configuración del modelo

El análisis empírico del modelo hedónico de precios se realizó utilizando una regresión multivariada estimada por MCO, realizándose la correspondiente corrección para la heteroscedasticidad de los datos. La estimación de los 37 parámetros independientes del modelo se hizo a partir de la muestra de  $N = 1.407$  observaciones. Denominando

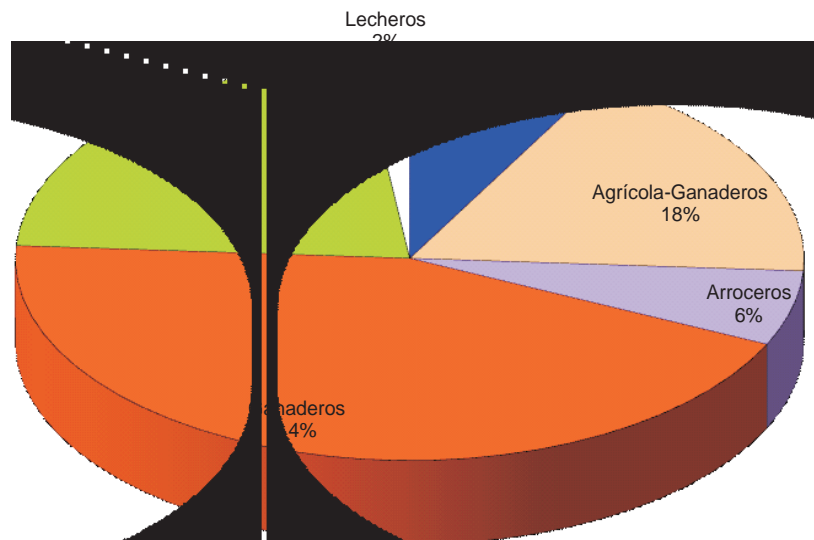


Figura 16. Distribución de los predios comerciales según aptitud principal de uso.

$\beta_t$  al *t*ésimo elemento perteneciente al vector de coeficientes a ser estimado, el modelo empírico se puede escribir:

$$\begin{aligned}
 \text{Precio}_n = & \beta_0 + \beta_1 \text{Superficie}_n + \beta_2 \text{Coneat}_n + \beta_3 \text{Coneat05}_n + \beta_4 \text{Agrícola}_n + \beta_5 \text{Arrocero}_n \\
 & + \beta_6 \text{Ganadero}_n + \beta_7 \text{Forestal}_n + \beta_8 \text{Lechero}_n + \beta_9 \text{Artigas}_n + \beta_{10} \text{Canelones}_n \\
 & + \beta_{11} \text{CerroLargo}_n + \beta_{12} \text{Colonia}_n + \beta_{13} \text{Durazno}_n + \beta_{14} \text{Flores}_n + \beta_{15} \text{Florida}_n \\
 & + \beta_{16} \text{Lavalleja}_n + \beta_{17} \text{Maldonado}_n + \beta_{18} \text{Paysandú}_n + \beta_{19} \text{RíoNegro}_n + \beta_{20} \text{Rivera}_n \\
 & + \beta_{21} \text{Rocha}_n + \beta_{22} \text{Salto}_n + \beta_{23} \text{SanJosé}_n + \beta_{24} \text{Soriano}_n + \beta_{25} \text{Tacuarembó}_n \\
 & + \beta_{26} \text{TipodeCambio}_n + \beta_{27} \text{PrecioGasoi}_n + \beta_{28} \text{PrecioVacaGorda}_n + \beta_{29} \text{Periodo1}_n \\
 & + \beta_{30} \text{Periodo3}_n + \beta_{31} \text{Periodo4}_n + \beta_{32} \text{Periodo5}_n + \beta_{33} \text{Periodo6}_n + \beta_{34} \text{Periodo7}_n \\
 & + \beta_{35} \text{Periodo8}_n + \beta_{36} \text{Periodo9}_n + \varepsilon_n \qquad n = 1, 2, \dots, N. \qquad (18)
 \end{aligned}$$

En este caso,  $G = 37$  es la cantidad de parámetros estimados. La prueba de significación conjunta de los  $G - 1$  parámetros asociados a la variable de interés. El valor del estadístico

$F_{36, 1, 370} = 63,84$  determinó el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{36} = 0$ ), lo cual permite decir que el modelo en su conjunto tiene un buen poder de explicativo. El coeficiente de correlación múltiple fue estimado en  $R^2 = 0,643984$ . No se encontró evidencia de autocorrelación en los datos.

Los problemas de singularidad en la matriz de datos, por el uso de variables binarias en presencia de una constante de regresión, fueron evitados descartando una variable binaria por cada grupo de variables discretas (aptitud, departamento y periodo de la transacción). De esta forma, la constante de regresión identifica un predio base, de aptitud agrícola-ganadera, ubicado en el departamento de Treinta y Tres y comercializado en 1996<sup>9</sup>.

#### 4.2.2 Resultados de la estimación

En el Cuadro 4 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  $\alpha$  (1%, 5% y 10%). La discusión de los resultados se realiza variable por variable,

contrastando los efectos observados con el comportamiento esperado *a priori*. Por esta razón se incluye una columna con el signo esperado para cada coeficiente, previo a su estimación.

La prueba de significación de los parámetros, para las hipótesis  $H_0: \beta_i = 0$  y  $H_a: \beta_i \neq 0$ , para  $i = 0, \dots, 36$ , muestra el alto porcentaje de coeficientes de parámetros que resultaron significativos. Un total de 25 de los 37 parámetros estimados fueron estadísticamente significativos (las pendientes son significativamente distintas de 0), al menos al 10% ( $\alpha = 0,1$ ); para el 5% de significación, 20 parámetros resultaron significativos. Reduciendo la probabilidad de cometer error de tipo I a 1%, esta cantidad disminuye a 16.

#### Índice CONEAT

Para analizar el comportamiento del índice CONEAT (IC) se consideró la posibilidad de que exhibiera una relación no lineal. Los resultados obtenidos a partir de los datos disponibles confirmaron dicha posibilidad, sugiriendo una relación cuadrática inversa, tal como se expresa en la ecuación (16). Ambos coeficientes fueron significativos para todos los niveles considerados. Esto significa que el efecto marginal del IC no es constante sino que se incrementa con el propio índice. No obstante, si bien el coeficiente lineal exhibió signo positivo (9,73221), el término cuadrático inverso fue de signo negativo (-109,85772).

<sup>9</sup>El predio base es una consecuencia impuesta por el método econométrico y no necesariamente es real. En efecto, la muestra no contenía ningún predio que cumpliera simultáneamente con las 3 condiciones.

Cuadro 4. Resultado de la estimación del modelo de precios hedónicos.

| Variable       | Signo Esperado | Estimación del Parámetro | Desviación Estándar | Estadístico-t | Probabilidad y Significación |     |
|----------------|----------------|--------------------------|---------------------|---------------|------------------------------|-----|
| Constante      | +              | 332,91449                | 152,90535           | 2,17726       | 0,030                        | **  |
| Superficie     | +/-            | 0,00401                  | 0,00333             | 1,20317       | 0,229                        |     |
| CONEAT         | +              | 9,73221                  | 1,73450             | 5,61096       | 0,000                        | *** |
| CONEAT^(1/2)   | +/-            | -109,85772               | 32,30719            | -3,40041      | 0,001                        | *** |
| Agrícola       | +              | 124,14046                | 40,99090            | 3,02849       | 0,003                        | *** |
| Arrocero       | +              | 93,94212                 | 29,66891            | 3,16635       | 0,002                        | *** |
| Ganadero       | -              | -88,80248                | 18,45460            | -4,81194      | 0,000                        | *** |
| Forestal       | +              | 106,36595                | 25,90350            | 4,10196       | 0,000                        | *** |
| Lechero        | +              | 107,53772                | 55,42615            | 1,94020       | 0,053                        | *   |
| Artigas        | +/-            | 38,53234                 | 42,26178            | 0,91175       | 0,362                        |     |
| Canelones      | +/-            | 324,17067                | 63,42927            | 5,11074       | 0,000                        | *** |
| Cerro Largo    | +/-            | 36,51099                 | 34,95561            | 1,04450       | 0,296                        |     |
| Colonia        | +/-            | 334,37019                | 83,91793            | 3,98449       | 0,000                        | *** |
| Durazno        | +/-            | -14,91442                | 34,74606            | -0,42924      | 0,668                        |     |
| Flores         | +/-            | 49,76446                 | 39,01596            | 1,27549       | 0,202                        |     |
| Florida        | +/-            | 119,81388                | 35,72771            | 3,35353       | 0,001                        | *** |
| Lavalleja      | +/-            | 9,40161                  | 36,44254            | 0,25798       | 0,796                        |     |
| Maldonado      | +/-            | 128,34013                | 47,38848            | 2,70826       | 0,007                        | *** |
| Paysandú       | +/-            | 47,38894                 | 37,12899            | 1,27633       | 0,202                        |     |
| Río Negro      | +/-            | 101,78185                | 37,02016            | 2,74936       | 0,006                        | *** |
| Rivera         | +/-            | 58,77706                 | 37,18714            | 1,57944       | 0,114                        |     |
| Rocha          | +/-            | 89,61054                 | 37,39150            | 2,39655       | 0,017                        | **  |
| Salto          | +/-            | -18,82766                | 36,38594            | -0,51744      | 0,605                        |     |
| San José       | +/-            | 152,44071                | 53,65361            | 2,84120       | 0,005                        | *** |
| Soriano        | +/-            | 92,05961                 | 40,46725            | 2,27492       | 0,023                        | **  |
| Tacuarembó     | +/-            | 65,27236                 | 35,88217            | 1,81907       | 0,069                        | *   |
| Tipo Cambio    | -              | -7,66240                 | 4,44675             | -1,72315      | 0,085                        | *   |
| Precio Gasoil  | +/-            | 23,84050                 | 7,04962             | 3,38181       | 0,001                        | *** |
| Precio Vaca G. | +              | 360,03284                | 80,72972            | 4,45973       | 0,000                        | *** |
| P1 (1993-1995) | +/-            | -18,17995                | 18,69622            | -0,97239      | 0,331                        |     |
| P3 (1997)      | +/-            | 72,93892                 | 14,98645            | 4,86699       | 0,000                        | *** |
| P4 (1998)      | +/-            | 79,11727                 | 24,23274            | 3,26489       | 0,001                        | *** |
| P5 (1999)      | +/-            | 137,79540                | 25,60061            | 5,38250       | 0,000                        | *** |
| P6 (2000)      | +/-            | -0,87555                 | 26,05390            | -0,03361      | 0,973                        |     |
| P7 (2001)      | +/-            | 72,10465                 | 39,86093            | 1,80891       | 0,071                        | *   |
| P8 (2002-2003) | +/-            | -42,71141                | 61,72344            | -0,69198      | 0,489                        |     |
| P9 (2004-2005) | +/-            | 166,41664                | 73,73375            | 2,25699       | 0,024                        | **  |

Nivel de significación (a) de la prueba  $t_{1,370,a}$  de **Student**, a dos colas: \*\*\* 1%; \*\* 5%; \* 10%.

En la Figura 17 se presenta el efecto neto del IC sobre el precio de la hectárea de tierra, de acuerdo al modelo estimado. Lo que se grafica es la variación en el precio de mercado debido exclusivamente a la variación del índice, dejando todos los demás factores constantes (*ceteris paribus*), es decir, es independiente de otros atributos del predio. La curva que muestra la evolución del precio en función del CONEAT es siempre creciente, para todo el rango considerado (40–236). Se constata, no obstante, la no

linealidad de dicha relación. En los niveles inferiores del índice, la curva es bastante inelástica, es decir, las diferencias de precio al variar el IC no son muy apreciables. Sin embargo, rápidamente los sucesivos incrementos en el CONEAT llevan a incrementos cada vez mayores en el precio de la tierra, *ceteris paribus*. La elasticidad de la curva se va incrementando hasta que, en los niveles más altos de CONEAT la relación se va haciendo cada vez más lineal.

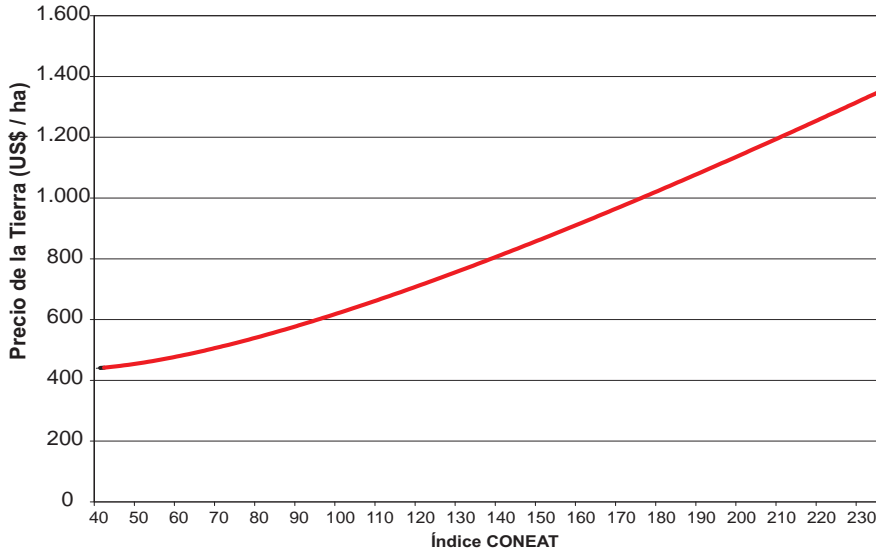


Figura 17. Efecto del índice de productividad CONEAT sobre el precio de la tierra.

Esto se advierte claramente si se grafica el cambio producido en la elasticidad precio (inversa) de la tierra respecto al IC, utilizando la primera ecuación en (17). Según se observa en la Figura 18 la elasticidad crece en forma muy marcada al principio. Multiplica su magnitud prácticamente por 4 entre IC=40 e IC=100, pasando de 0,17 a 0,67. Este valor sigue creciendo en todo el rango del IC a una tasa decreciente, que se hace casi constante a partir de valores de IC en torno 130-140. En el rango de IC entre 100 y

140, la elasticidad pasa de 0,67 a 0,81 (crecimiento de poco más del 20%), mientras que entre 140 y 250 crece solamente un 23% más), pasando de 0,81 a 1,00.

Esto tiene consecuencias prácticas sobre el ajuste que con fines comparativos se realiza habitualmente sobre los precios de la tierra, en base al IC. El ejemplo presentado en la Figura 19 permite comparar la práctica común de convertir linealmente los valores a base 100, por simple regla de tres, con el ajuste no lineal sugerido por el mode-

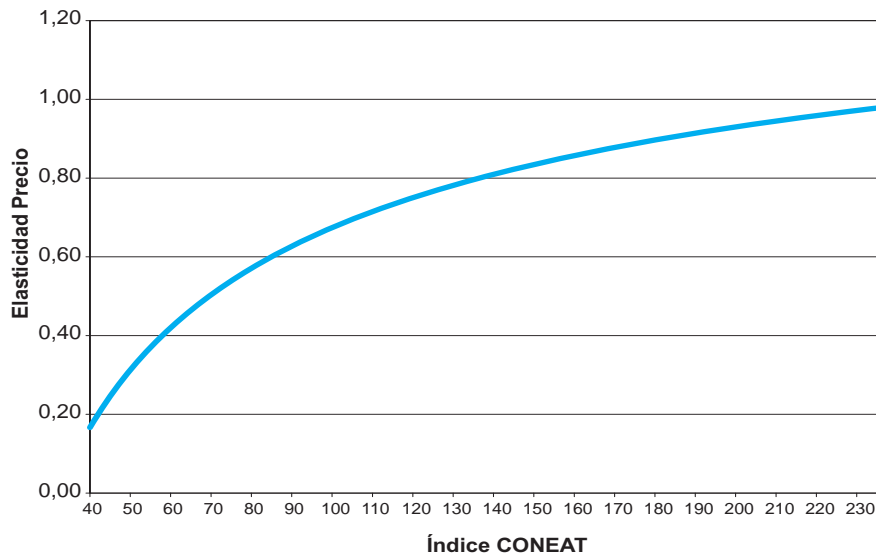


Figura 18. Elasticidad precio del índice CONEAT.



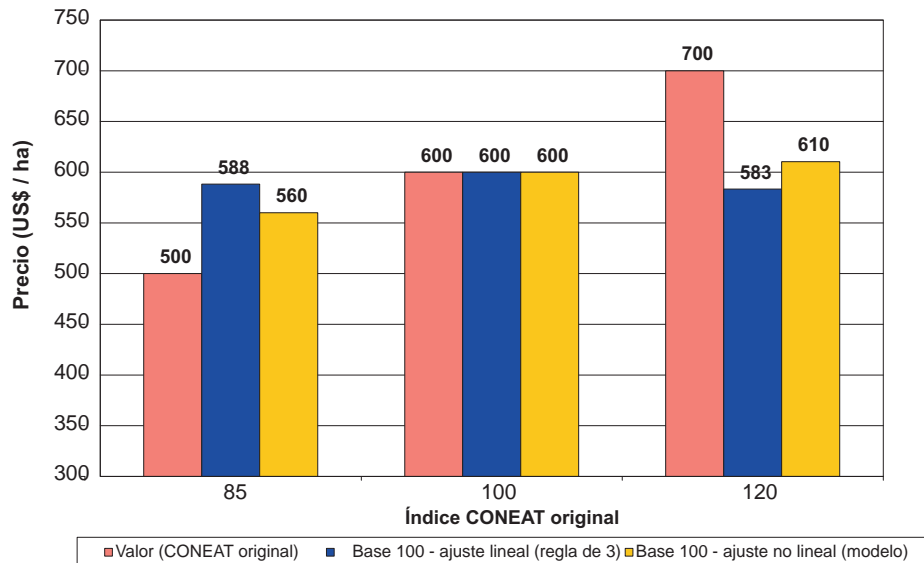


Figura 19. Ajuste del precio de la tierra por el índice CONEAT (base IC = 100) .

lo estimado en este estudio. La conversión lineal de los precios de predios con distinto IC a base CONEAT 100, por simple regla de tres, puede resultar en una distorsión de los mismos. Este método tiende a sobrevalorar los precios de predios con IC menor a 100 y a subvalorar los de índice superior a la base. Así, el precio promedio ajustado a base 100, de predios de CONEAT inferiores a 100, puede acabar siendo superior al precio promedio ajustado de predios con mayor CONEAT.

Allí se propone el ajuste de tres predios, cada uno con un valor de CONEAT diferente (85, 100 y 120), a través de los dos métodos, el lineal (por regla de tres) y el no lineal (sugerido por el modelo). Supóngase que los valores de transacción de los tres predios fueron 500, 600 y 700 dólares por hectárea, respectivamente. Para el predio con IC = 85, la conversión a base 100 mediante el método lineal arroja un valor de 588 US\$/ha. Sin embargo, ajustando con el método no lineal se obtiene un valor menor, de 560 US\$/ha. Por otro lado, el valor base 100 del predio de CONEAT 120 sería de 583 US\$/ha, en tanto que utilizando el método no lineal dicho valor sería de 610 US\$/ha. En el primer caso, la sobrevaloración en del predio de IC = 85 al pasar a base 100 mediante ajuste lineal fue de 5,0%, respecto al no lineal. En el segundo caso, la subvaloración del predio de

IC = 120, al usar el ajuste lineal y no el otro, fue de 4,4%. Se observa que, llevados a base 100, un predio de menor productividad (<100) cuyo valor es ajustado linealmente puede representar un precio mayor por hectárea que un predio de mayor productividad (>100).

### Localización

La localización geográfica del predio también demostró tener incidencia en la formación del precio de la hectárea. Como se visualiza en la Figura 20 nueve departamentos exhibieron coeficientes de regresión positivos y estadísticamente significativos, lo que indica un premio recibido con respecto al departamento base (Treinta y Tres).

Los coeficientes estimados para Colonia (US\$ 334,37), Canelones (US\$ 324,17), San José (US\$ 152,44), Maldonado (US\$ 128,34), Florida (US\$ 119,81) y Río Negro (US\$ 101,78), fueron estadísticamente significativos al 1%. Los de Soriano (US\$ 92,06) y Rocha (US\$ 89,61) fueron significativos al 5%, mientras que el de Tacuarembó (US\$ 65,27) lo fue al 10%. Los restantes coeficientes estimados no resultaron significativamente diferentes de cero para ninguno de los niveles considerados.

Nuevamente, debe insistirse en la idea de que los coeficientes de la regresión mul-

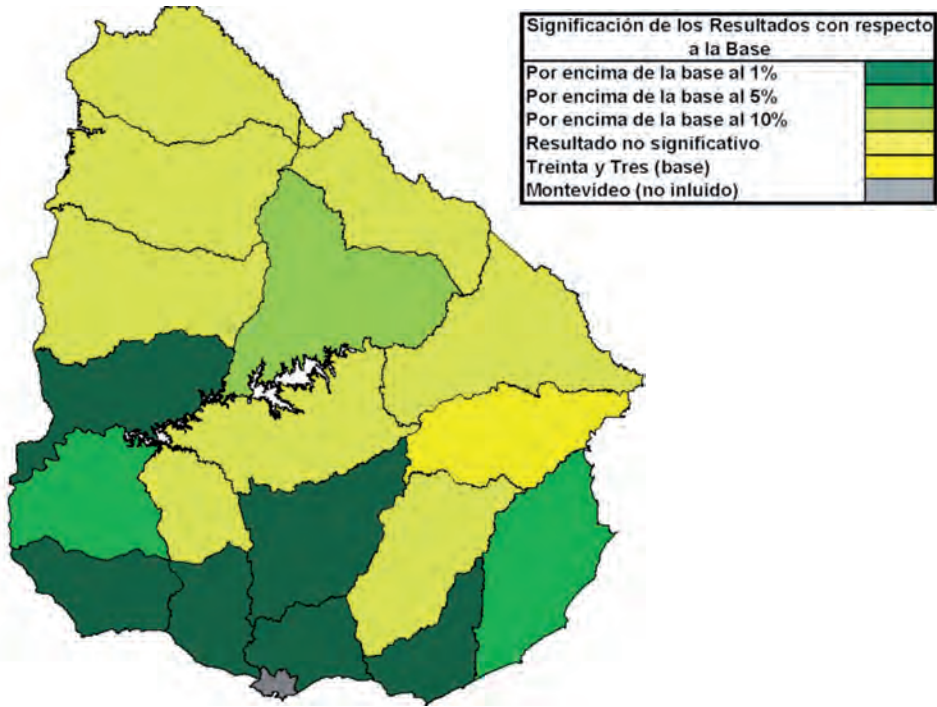


Figura 20. Efecto de la localización sobre el precio de la tierra.

tivariada expresan premios o descuentos con respecto a la base, debidos exclusivamente al efecto de la característica de interés, manteniéndose todas las demás características constantes (*ceteris paribus*). Los precios promedio surgidos del procesamiento de las estadísticas descriptivas básicas como las que fueron presentadas en la sección anterior, aún cuando se presenten discriminados por departamento, incluyen los efectos combinados del conjunto de características.

**Superficie**

Al analizar la variable relativa a superficie, se observa que el coeficiente respectivo (0,00401) no fue significativo para ninguno de los niveles considerados. Esto indica claramente que el tamaño de predio no tuvo efecto, por sí mismo, sobre el precio por hectárea de la tierra. Por el contrario, sugiere que la tendencia normalmente observada en cuanto a que los predios de menor tamaño se venden a precios superiores se debe a otras características, como la aptitud de

uso y la localización, dos características que a menudo tienen asociación con el tamaño.

**Aptitud de Uso**

La aptitud de uso del predio demostró ser una característica relevante en la determinación del precio de venta. Todos los coeficientes resultaron ser estadísticamente diferentes de cero al 1% excepto para el caso de la lechería, que también lo fue pero solamente para el 10%. Las magnitudes y los signos se comportaron de acuerdo a lo esperado previamente.

Por un lado, el coeficiente de aptitud como campo ganadero fue el único con signo negativo (-88,80248), indicando que un campo tipificado como exclusivamente ganadero recibió una penalización en el precio recibido por hectárea, estimada en US\$ 88,80, respecto al recibido por uno agrícola-ganadero (tomado como base), es decir, por el solo hecho de tener esa limitante (*ceteris paribus*).

Todos los demás tipos de predio recibieron un sobreprecio respecto al predio base, a igualdad de todas las demás condiciones. El mayor sobreprecio fue recibido por los campos de aptitud agrícola (US\$ 124,14). Los campos de aptitud lechera (US\$ 107,54) y forestal (US\$ 106,37) recibieron sobreprecios similares, respecto a los agrícola ganaderos, mientras que los predios de aptitud arrocera (US\$ 93,94) recibieron el nivel de sobreprecio menor<sup>10</sup>.

Los resultados obtenidos sugieren que la tendencia mostrada por las estadísticas preliminares en cuanto a que, en promedio, el precio por hectárea de los predios agrícola-ganaderos solo era superado por los puramente agrícolas, esconde otros efectos, como ser la localización o el índice CONEAT, entre otros.

#### **Variables de Control**

Por último, las cuatro variables incluidas para controlar el contexto externo exhibieron efectos significativos sobre el precio de la hectárea. El coeficiente correspondiente al tipo de cambio mostró un efecto negativo (-7,66240), para un nivel de significación de 10%, sugiriendo que una depreciación del dólar trae aparejado un aumento del precio de la tierra, medido en dicha moneda. Por otra parte, tanto el precio del gasoil como el precio del kilo en pie de vaca gorda (ambos medidos en dólares) mostraron una asociación positiva con el precio de la tierra, para todos los niveles de significación considerados.

## **5 PRINCIPALES CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que el índice CONEAT continúa siendo utilizado como un factor de referencia y relevancia en la formación del precio de la tierra para uso agropecuario, por parte de los vendedores y compradores de campo, en el Uruguay.

Para la base de datos utilizada en este estudio, que abarcó 1.407 transacciones de predios rurales registradas entre diciembre de 1993 y abril de 2005, el IC mostró una relación positiva aunque no lineal con el precio de la hectárea. A valores inferiores de CONEAT, la función de precios hedónicos es bastante inelástica. Dicha elasticidad se incrementa rápidamente al principio pero en forma decreciente, hasta hacerse prácticamente unitaria para los niveles superiores del índice.

Este efecto del IC sobre el precio es independiente de otros atributos del predio, que también contribuyeron a la formación del precio de la hectárea, como la aptitud de uso y la localización geográfica. Una consecuencia práctica de esto es que la conversión lineal de los precios de predios con distinto IC a base CONEAT 100 puede resultar en una distorsión de los mismos. La conversión, por simple regla de tres, tiende a sobrevalorar los precios de predios con IC menor a 100 y a subvalorar los de índice superior a la base. Así, el precio promedio ajustado a base 100, de predios de CONEAT inferiores a 100, puede acabar siendo superior al precio promedio ajustado de predios con mayor productividad CONEAT.

Otros estudios han atribuido este fenómeno al sesgo ganadero del índice de productividad CONEAT. Según esta interpretación, los índices inferiores no reflejan correctamente la productividad en suelos que son aptos para otras actividades, como la forestación o la producción arrocera. Esto, con ser cierto, no es lo que explica la distorsión observada, pues esta relación no lineal es independiente de su aptitud de uso. Es un efecto del índice en sí mismo, sobre el precio. En la práctica, el mercado de tierras no discrimina los predios de menor CONEAT en una forma tan negativa como, por propia construcción, el propio índice sugeriría. No obstante, al ajustar los valores de precios de distinto índice a CONEAT 100, dicha relación no lineal debería tomarse en cuenta.

<sup>10</sup>En realidad, nada puede decirse, desde el punto de vista estadístico acerca de la relación entre las magnitudes de estos coeficientes; la evidencia estadística indica solamente que todos son significativos respecto al predio base (agrícola-ganadero).

Para los datos manejados en este estudio, la diferencia en el precio de la hectárea entre un predio con IC 70 y ese mismo predio con IC 80, con la misma aptitud de uso y ubicación geográfica y vendido en la misma época (*ceteris paribus*), fue de casi 34 dólares. Sin embargo, en el tramo superior de la escala CONEAT, la diferencia de precio entre dos predios idénticos en todo excepto en su IC (uno con 130 y el otro con 140) fue de 50 dólares.

La localización del predio y su aptitud de uso fueron otros dos factores que también afectaron marcadamente el valor de mercado de un predio. Ordenándolos en forma decreciente en base a precio y tomando en cuenta exclusivamente la aptitud de uso, se ubicaron los predios agrícolas, seguidos de los forestales y los lecheros (en un nivel similar), los predios arroceros, los agrícola-ganaderos y, por último, los ganaderos. A igualdad de otras condiciones, los predios localizados en los departamentos de la zona centro-sur y litoral-sur del país recibieron un sobre precio respecto a la base de comparación (Treinta y Tres). Finalmente, la restante característica descriptiva del predio, el tamaño en hectáreas, no demostró, en sí mismo, tener efectos significativos sobre el precio de la hectárea.

Este estudio presentó algunas limitantes que fueron imposibles de subsanar en esta

instancia. En primer lugar, si bien incluyó un buen número de años, la información utilizada llegó solamente hasta el primer cuatrimestre de 2005. Los resultados hubieran podido ser más relevantes de haberse contado con una base más actualizada. En segundo lugar, el efecto de las variables estudiadas y, particularmente, el del índice de productividad CONEAT, se hubiera podido determinar con mayor precisión de haberse contado con una muestra más completa, que incluyera otras variables relevantes, en términos del valor de un predio, como ser: distancia a centros poblados, accesos al predio, facilidades e instalaciones, entre otros.

Más allá de las consideraciones anteriores, los resultados presentados en esta publicación permiten profundizar el conocimiento del mercado de tierras para uso agropecuario. Añaden información complementaria a la proporcionada por otros estudios recientes. El análisis de mercados de bienes diferenciados a través de modelos de precios hedónicos permite estimar la contribución de cada una de las características del bien al precio final de transacción. Son precisamente esas características o atributos, lo que los compradores aprecian a la hora de definir su disposición a pagar por esos bienes en el mercado.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- ALSTON, J.M. 1986. «An analysis of growth of U.S. farmland prices, 1963-82» *American Journal of Agricultural Economics* 68(1): 1-9.
- BARRY, P.J. 1980. «Capital asset pricing and farm real estate» *American Journal of Agricultural Economics* 62(3): 549-553.
- BEDAT, A. y OIS, C. 2005. *Funcionamiento y Mecanismos de Formación de Precios en los Remates Ganaderos por Pantalla en el Uruguay*. Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República. Trabajo de investigación monográfico. Montevideo, Uruguay: 112 pp.
- BHATTARAI, G.R.; PANDIT, R. y HITE, D. 2004. «Willingness to pay for public goods: a hedonic demand model for neighborhood safety, school and environmental quality.» Selected Paper. Presented at the *Southern Agricultural Economics Association (SAEA) Annual Meetings*. Tulsa, OK.
- BRANNMAN, L.; BUONGIORNO, J. y FIGHT, R. 1981. «Quality adjusted price indices for Douglas-Fir timber.» *Western Journal of Agricultural Economics* 6(2): 259-272.
- BURT, O.R. 1986. «Econometric modelling of the capitalization formula for farmland prices.» *American Journal of Agricultural Economics* 68(1): 10-26.
- CAPURRO, M. 1977. *CONEAT: Reseña de la metodología adoptada para determinar la productividad a nivel predial*. Fundación de Cultura Universitaria. Montevideo: 42 pp.
- CHAVAS J.P. y SHUMWAY, C.R. 1982. «A pooled time-series cross-section analysis of land prices.» *Western Journal of Agricultural Economics* 7(1): 31-42.
- CIDE. 1963. *Los suelos del Uruguay: su uso y manejo*. Comisión de Inversiones y Desarrollo Económico. Sector Agropecuario. Estudio Económico del Uruguay. Evolución del Sector Agrícola. Serie A Estudios Sectoriales. Montevideo: 68 pp.
- CONEAT. 2010. «Índice de productividad y grupos de suelos CONEAT». En: *CONEAT Digital*. [http://www.prenader.gub.uy/coneat/doc/doc\\_coneat.htm](http://www.prenader.gub.uy/coneat/doc/doc_coneat.htm). Último acceso: Dic. 2010.
- CONEAT. 1979. *Grupos de suelos CONEAT. Índices de productividad*. Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra, Ministerio de Agricultura y Pesca. CONEAT-MAP. Montevideo: 167 pp.
- DAVIDSON, R. y MACKINNON, J. 1993. *Estimation and inference in Econometrics*. New York: Oxford University Press.
- DIEA. 2010. *Tierras de uso agropecuario: ventas y arrendamientos – Año 2009*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Series Trabajos Especiales N° 296. Montevideo: 32 pp.
- DIEA. 2009. *Tierras de uso agropecuario: ventas y arrendamientos – Año 2008*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Series Trabajos Especiales N° 285. Montevideo: 30 pp.
- DIEA. 2008. *Tierras de uso agropecuario: ventas y arrendamientos – Período 2000-2007*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Series Trabajos Especiales N° 262. Montevideo: 52 pp.
- DIEA. 2007. *El precio de la tierra en el Uruguay: ventas de tierras para uso agropecuario*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Series Trabajos Especiales N° 250. Montevideo: 32 pp.
- DIEA. 2004. *Regiones de especialización productiva*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Agosto 2004. Montevideo: 50 pp.
- DIEA. 2003. *La lechería comercial en el Uruguay: contribución a su conocimiento*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Montevideo: 68 pp.

- DIEA. 2000. *Sistema de información del Censo Agropecuario 2000 (SICA)*. Dirección de Estadísticas Agropecuarias, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. DIEA-MGAP. Montevideo. CD-ROM.
- DURÁN, A. 2008. «Índice de productividad CONEAT: origen de los índices, concepto de productividad, nomenclatura y utilización.» *Facultad de Agronomía. Universidad de la República*. Material elaborado en base a presentación del Prof. Artigas Durán. URL: <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/TEORICOS/coneat2008.ppt>. Último acceso: Ene. 2011.
- FAMINOW, M.D. y GUM, R.L. 1986. «Feeder cattle differentials in Arizona auction markets.» *Western Journal of Agricultural Economics*. 11(2): 156-163.
- FELDSTEIN, M. 1980. «Inflation, portfolio choice and the prices of land and corporate stock.» *American Journal of Agricultural Economics* 65(5): 910-916.
- HARDIE, I. y NICKERSON, C. 2001. «The effect of a forest conservation regulation on the value of subdivisions in Maryland space.» *The University of Maryland*. Department of Agricultural and Resource Economics. Working Paper 03-01.
- HERRIGES, J.A. SECCHI, S. y BABCOCK, B.A. 2003. «Living with hogs in Iowa: the impact of livestock facilities on rural residential property values.» *University of Iowa Center for Agricultural and Rural Development*. Working Paper 03-WP 342.
- INC. 2010. «Comportamiento histórico del precio de la tierra hasta el segundo semestre del año 2010.» En: *Instituto Nacional de Colonización. Departamento de Tasaciones, Rentas y Arquitectura*. URL: <http://www.colonizacion.com.uy/content/view/70/101/>. Último acceso: Ene. 2011.
- INC. 2007. «Comportamiento del valor de la tierra en el año 2006.» En: *Instituto Nacional de Colonización. Departamento de Tasaciones, Rentas y Arquitectura*. URL: <http://www.colonizacion.com.uy/content/view/70/101/>. Último acceso: Ene. 2011.
- INC. 2006a. «Comportamiento del valor de la tierra en el año 2005.» En: *Instituto Nacional de Colonización. Departamento de Tasaciones, Rentas y Arquitectura*. URL: <http://www.colonizacion.com.uy/content/view/70/101/>. Último acceso: Ene. 2011.
- INC. 2006b. «Comparativo de indicadores de los primeros semestres años 2005-2006.» En: *Instituto Nacional de Colonización. Departamento de Tasaciones, Rentas y Arquitectura*. URL: <http://www.colonizacion.com.uy/content/view/70/101/>. Último acceso: Ene. 2011.
- JUST, R.E. y MIRANOWSKI, J. A. 1993. «Econometric modelling of the capitalization formula for farmland prices.» *American Journal of Agricultural Economics* 75(1): 156-168.
- KING, S.A. y SCHREINER, D.F. 2004. «Hedonic estimation of Southeastern Oklahoma forestland prices.» Selected Paper. Presented at the *Southern Agricultural Economics Association (SAEA) Annual Meetings*. Tulsa, OK.
- LADD, G.W. y MARTIN, M.B. 1976. «Prices and demands for input characteristics.» *American Journal of Agricultural Economics*. 58(1): 21-30.
- LANFRANCO, B., OIS, C. y BEDAT, A. 2006. *Variabilidad de corto plazo en la formación de precios en el mercado vacuno de reposición*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Serie Técnica 155. Montevideo: 57 pp.
- LANFRANCO, B. y OLEGGINI, G. 2007. *Valor económico de los EPD y los índices de comportamiento en los remates de Kiyú*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Serie Técnica 165. Montevideo: 74 pp.
- LORENZO, F. Y LANZILOTTA, B. 2002a. *El precio de la tierra en Uruguay*. OPYPA-MGAP. Anuario 2002. Montevideo.
- LORENZO, F. y LANZILOTTA, B. 2002b. *CONEAT: Precio de la tierra y creación de un fondo inmobiliario de tierras en Uruguay*. Informe Final. Centro de Investigaciones Económicas - CINVE. Montevideo: 65 pp.
- LIPSEY, R.G. y ROSENBLUTH G. 1971. «A contribution to the new theory of demand: a rehabilitation of the Giffen good.» *The Canadian Journal of Economics* 4(2): 131-163.

- MCLAREN, R.S., HENNING, L.A. y VENDEVEER, L.R. 2004. «Marginal effects of land characteristics and purchase factors on rural land values.» Selected Paper. Presented at the *Southern Agricultural Economics Association* (SAEA) Annual Meetings. Tulsa, OK.
- MOLFINO, J.H. 2002. «Uruguay: informe nacional.» Informe preparado para el portal de información de tierras y aguas: *Gateway to Land and Water Information*. URL: [http://www.apipnm.org/swlwpnr/reports/y\\_lm/z\\_uy/uy.htm](http://www.apipnm.org/swlwpnr/reports/y_lm/z_uy/uy.htm). Última adaptación: Dic. 2002.
- MUNROE, D.K., PARKER, D.C. y CAMPBELL, H.S. 2004. «The varied impact on residential property values in a metropolitan, micropolitan, and rural areas: the case of the Catawba regional trail.» Selected Paper. Presented at the *American Agricultural Economics Association* (AAEA) Annual Meetings. Denver, CO.
- OBI, A. 2006. *Trends in South African agricultural land prices*. Ph.D. Dissertation. *The University of The Free State*. Bloemfontein, South Africa.
- PALMQUIST, R.B. 1989. «Land as a differentiated factor of production: a hedonic model and its Implications for welfare measurement.» *Land Economics* 65(1): 23-28.
- PALMQUIST, R.B. y DANIELSON, L.E. 1989. «A hedonic study of the effects of the erosion control and drainage on farmland values.» *American Journal of Agricultural Economics* 71(1): 55-62.
- POPE, R.D., KRAMER, R.A., GREEN, R.D. y GARDNER, B.D. 1979. «An evaluation of econometric models of U.S. farmland prices.» *Western Journal of Agricultural Economics* 4(1): 107-120.
- RENARE. 2011. *Sistema de Información Geográfica*. En: Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. RENARE-MGAP. URL: [http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/Sistema\\_Informacion\\_Geografica.htm](http://www.mgap.gub.uy/renare/SIG/Sistema_Informacion_Geografica.htm). Último acceso: Ene. 2011.
- RENARE. 2010. *Compendio actualizado de información de suelos del Uruguay*. En: Dirección General de Recursos Naturales Renovables, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. RENARE-MGAP. URL: <http://www.mgap.gub.uy/renare/CompendioActualizadoDeInformacionDeSuelosDelUruguay.htm>. Último acceso: Dic. 2010.
- ROSEN, S. 1974. «Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition.» *Journal of Political Economy* 82(1): 34-55.
- SÁDER, F.M. 2006. *El precio de la tierra de uso agropecuario*. Oficina de Programación y Política Agropecuaria, Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. OPYPA-MGAP. Anuario 2006. Montevideo.
- SGM. 2011. *Servicio Geográfico Militar. La cartografía oficial del Uruguay*. En: Servicio Geográfico Militar. Web Institucional. URL: <http://www.ejercito.mil.uy/cal/sgm/index.htm>. Último acceso: 07/01/2011.
- STOBBE, T., COTTELEER, G. y VAN KOOTEN, G.C. 2007. «Spatial error dependence in a GIS-based hedonic pricing model of farmland values in British Columbia.» Selected Paper. Presented at the *Spatial Econometrics Conference*. Cambridge.
- TEGENE, A. y KUCHLER, F. 1991. «An error correcting model of farmland prices.» *Applied Economics* 23: 1741-1747.
- TEGENE, A. y KUCHLER, F. 1993. «Evidence on the existence of speculative bubbles in farmland prices.» *Journal of Real Estate Finance and Economics* 6: 223-236.
- TIEBOUT, S. 1956. «A pure theory of local expenditures.» *Journal of Political Economy* 64(5): 416-424.
- TSOODLE, L., GOLDEN, B. y FEATHERSTONE, A. 2003. «Determinants of Kansas agricultural land values.» Selected Paper. Presented at the *Southern Agricultural Economics Association* (SAEA) Annual Meetings. Mobile, AL.
- VALORA. 2004. *Estudio de evolución del valor de la tierra rural en el Uruguay. Período 1997-2003*. VALORA Consultoría & Valuaciones (Octubre 2004). Montevideo: 30 pp.

- WELIWITA, A. y GOVINDASAMY, R. 1997. «Determinants of farmland prices in the North-Eastern United States: a cointegration Analysis.» *Applied Economics Letters* 4: 211-214.
- WHITE, H. 1980. «A heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroscedasticity.» *Econometrica*. 48(4): 817-838.



