



VALORACIÓN ECONÓMICA DE PREDIOS AGROPECUARIOS EN PAISAJES
DE LOMERÍO Y VEGA EN LA ZONA DE COLONIZACIÓN DEL CAQUETÁ
(UNA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS)

YELLY YAMPARLI PARDO ROZO

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ECONOMÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES -PEMAR-
BOGOTÁ D.C.
2005

VALORACIÓN ECONÓMICA DE PREDIOS AGROPECUARIOS EN PAISAJES
DE LOMERÍO Y VEGA EN LA ZONA DE COLONIZACIÓN DEL CAQUETÁ
(UNA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE PRECIOS HEDÓNICOS)

YELLY YAMPARLI PARDO ROZO

Artículo publicable para optar al título de
Magíster en Economía del Medio Ambiente
y Recursos Naturales

Directores

RAMÓN ROSALES ÁLVAREZ

PhD. en Economía Agrícola

URIEL GONZALO MURCIA GARCÍA

Agrólogo MSc.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ECONOMÍA
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA DEL MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES –PEMAR-
BOGOTÁ D.C.
2005

Nota de aceptación:

Presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, marzo 29 de 2005

DEDICATORIA

Gracias a Dios por permitirme vivir día a día con fe y esperanza, porque son los caminos hacia la felicidad y el éxito. Esta investigación la dedico a mis padres, hermanos y a Milton César; a ellos por el amor y apoyo incondicional. Dios se manifiesta de muchas formas, y en ellos sabiamente me ofrece la razón de vivir.

AGRADECIMIENTOS

Esta etapa de mi formación profesional, la debo a la valiosa colaboración de las personas a continuación.

Ph. D. en Economía Agrícola RAMON ROSALES Profesor Universidad de los Andes, y Agrólogo MSc. URIEL MURCIA Investigador Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, por su colaboración en la dirección de esta tesis de grado.

A los jurados de tesis, Ph. D. en Fertilidad y Manejo de Suelos Tropicales EDUARDO URIBE BOTERO Director programa BID CAF Universidad de los Andes, y al MSc. en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales FERNANDO GOYENECHÉ Parques Nacionales de Colombia, por su revisión y valiosos comentarios.

Al Instituto SINCHI, Doctora LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS Directora Nacional, Ph. D. ESPERANZA TORRES ROJAS Subdirectora Científica y Tecnológica, Doctor CARLOS HERNANDO RODRÍGUEZ Director SINCHI Caquetá, por el interés en la realización de éste estudio y suministro de la información para llevarla a cabo.

Al MSc. JUAN CARLOS MENDIETA LÓPEZ, MSc. HAROLD CORONADO, KATJIA VIÑA, NORMAN OFFTEIN, Profesores Investigadores Universidad de los Andes, por su colaboración y valiosos comentarios.

A la Universidad de la Amazonia, Doctor OSCAR VILLANUEVA ROJAS, Rector (2001-2004), MSc. JESÚS ALBERTO RAMÍREZ CEBALLOS Docente, Esp. Economista VICTOR ADAM BALDRICH y MSc. REINEL COTACIO ANDRADE Profesores Universidad de la Amazonia, DILTHON VIEDA Coordinador Servicio Nacional de Aprendizaje SENA Seccional Florencia, a todos ellos por su motivación y respaldo para adelantar mis estudios de maestría.

A la Esp. ADRIANA CASAS Directora Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC del Caquetá y al Ingeniero Agrícola ALBERT JULESMAR GUTIÉRREZ Investigador CORPOICA Florencia Caquetá, por sus contribuciones a éste documento.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Formas funcionales.	13
Tabla 2. Muestra por paisaje.	18
Tabla 3. Estadística descriptiva variables continuas.	18
Tabla 4. Estadística descriptiva variables discretas.	18
Tabla 5. Promedio y frecuencias de las variables discriminadas por unidad de paisaje y tipificación.	20
Tabla 6. Resumen de los resultados de cada uno de los modelos.	22
Tabla 7. Pruebas de hipótesis sobre la forma funcional.	24
Tabla 8. Función de precios hedónicos BCNR2.	25
Tabla 9. Función de precios hedónicos modelo BCNR2 aplicado a lomeríos.	28
Tabla 10. Función de precios hedónicos modelo BCNR2 aplicado a vega de río.	29

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Mapa de zona de colonización del Caquetá discriminado por unidad de paisaje.	38
Anexo B. Mapa de zona de colonización del Caquetá discriminado por grados de erosión.	39
Anexo C. Procedimiento para determinar la disponibilidad de agua y el grado de erosión.	40
Anexo D. Determinación del tamaño de la muestra.	42
Anexo E. Regresión y salida en Limdep 7,0 para el modelo BCNR2.	44

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES.....	3
1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3
1.1.1 Ganadería.....	3
1.1.2 Agricultura.....	4
1.1.3 Descripción de sistemas productivos en la zona de estudio.....	4
1.1.4 Sistemas agropecuarios en paisaje de lomerío y valle.....	5
1.2 MERCADO DE TIERRAS EN EL CAQUETÁ.....	6
2. JUSTIFICACIÓN.....	8
3. OBJETIVOS.....	10
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
3.1.1 Objetivos específicos.....	10
4. MARCO TEÓRICO.....	11
4.1 MÉTODO DE VALORACIÓN HEDÓNICO.....	11
4.1.1 Transformaciones Box Cox.....	12
4.1.2 Supuestos y limitaciones del modelo.....	13
4.2 SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS.....	14
4.2.1 Clasificación de las fincas.....	14
4.2.2 Factores determinantes de los precios de las fincas.....	15
5. MODELO EMPÍRICO.....	16
5.1 METODOLOGÍA.....	16
5.2 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA.....	18
5.3 ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	18
5.3.1 Estadística descriptiva.....	18
5.3.2 Resultados obtenidos.....	21
5.3.3 Análisis del modelo empírico Box Cox no restringido (BCNR2).....	25
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
ANEXOS.....	37

INTRODUCCIÓN

El estudio busca identificar las principales características o atributos que influyen en la determinación del valor económico de los predios agropecuarios, localizados en la zona de colonización del departamento del Caquetá, ubicados en dos unidades mayores de paisaje: lomeríos y vegas de río. La investigación tiene por objetivo evidenciar que tanto las variables ambientales como las características de los sistemas productivos, explican el precio de las fincas agropecuarias; además, se busca conocer la disponibilidad marginal a pagar por cada uno de estos atributos. Se aplicó la metodología de precios hedónicos, donde la finca es tomada como un bien convencional que presenta características heterogéneas.

El objeto de estudio son los predios o fincas agropecuarias. Estas poseen un valor de transacción atribuible al mercado de un bien raíz de acuerdo a sus características tales como tamaño, ubicación, productividad medida en ingresos, entre otras variables. También existen características de tipo ambiental, que otorgan a las tierras rurales ventajas comparativas y le generan un valor económico difícil de cuantificar, dado que los bienes y servicios ambientales no poseen un mercado convencional.

Debido a la relevancia económica del sector agropecuario para el departamento, la heterogeneidad geográfica, la riqueza en recursos hídricos, forestales y paisajísticos con que cuenta la zona de colonización¹, y ante la distorsión de precios existente en el mercado de tierras rurales, se hace necesario conocer factores y condiciones actuales del desarrollo de las actividades económicas rurales, la infraestructura con la que cuenta, el capital humano y el componente ambiental, para verificar la influencia que tienen éstos atributos en la determinación de los precios de la tierra.

Este estudio se realizó con la información y el apoyo técnico del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI² y empleando sistemas de información geográfica (GIS). Con los datos encontrados se analizó si la contribución al precio de la finca por parte de cada uno de los atributos identificados fue significativa, tanto teórica como estadísticamente.

La siguiente investigación constituye una nueva fuente de información y contribuye al desarrollo de propuestas metodológicas de valoración económica en

¹ Las aguas superficiales del departamento del Caquetá pertenecen a la vertiente del Amazonas, ubicada en la región sudoriental del país, integrada por numerosos ríos entre los que se destacan el Caquetá, Putumayo, Vaupés, Guanía, Apaporis, Caguán, Orteguzza, Yará etc. La escorrentía de la región hidrográfica del Amazonas es la más alta del país, genera caudales importantes en sus ríos, particularmente en el río Caquetá que presenta el mayor caudal del país con un promedio de 13.180 m³/s.

² El Instituto SINCHI proporcionó la base de datos y el apoyo técnico proveniente del estudio denominado "Diagnóstico de los sistemas productivos y su impacto ambiental en la zona de colonización del departamento del Caquetá", realizado en el 2001, con el objeto de tipificar o clasificar los predios rurales.

complemento a los métodos existentes³, además es una herramienta pertinente para el gobierno departamental en el diagnóstico y diseño de programas referentes a la problemática ambiental y de ordenamiento territorial, mencionada en la Agenda Unitaria del Caquetá (Claros, 2001) para la adopción de políticas sectoriales dirigidas a corregir las distorsiones en el mercado de tierras, uso eficiente del suelo, protección al medio ambiente, y en general, para el establecimiento de otras políticas como por ejemplo, los subsidios por productividad.

Para el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la información proporciona un punto de comparación con el avalúo catastral y la determinación de los recaudos por tasación predial. El Instituto SINCHI que proporciona el estudio técnico, contará con una herramienta de análisis cuantitativo en complemento al estudio de impacto ambiental cualitativo en su investigación de tipificación de los sistemas productivos. Otros alcances del estudio se dirigen a actores como productores, fuerza de trabajo, instituciones de colaboración y entidades involucradas con el mercado de tierras, que consideren aprovechar esta información para ahondaren sus investigaciones.

El documento a continuación comprende seis partes. En la primera se presenta la justificación y en la segunda los antecedentes del estudio, donde se expone brevemente la caracterización y desarrollo de los sistemas productivos en la zona de colonización. En la tercera parte se plantea el objetivo general y los específicos; en la cuarta se presenta el marco teórico sobre el cual descansa la investigación. En la quinta se muestra el modelo empírico, donde se describe la metodología, las variables que componen el modelo propuesto y el análisis de resultados. Finalmente la sexta parte, presenta las conclusiones y recomendaciones conforme a los resultados.

³Como el comparativo y el método de rentabilidad de capital establecido para el avalúo catastral (Ley 388/1997).

1. ANTECEDENTES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de colonización en el Caquetá esta habitada por el 90% de la población del departamento (es decir, cerca de 409.958 habitantes), posee una extensión aproximada de 3'875.710 hectáreas representando el 44% del territorio del caqueteño (García, Cipagauta, Gómez & Gutiérrez, 2002). El desarrollo de actividades económicas en los frentes de colonización forma parte de un enorme movimiento de ocupación demográfica que se presenta en la frontera agrícola conocido como *anillo de poblamiento amazónico*⁴; trayendo como consecuencia la reducción de selvas, bosques y el deterioro de los suelos (Arcila, González, Gutiérrez, Rodríguez & Salazar, 2000).

El departamento basa su economía en el sector agropecuario, comercial y de servicios, (45% y 50% respectivamente de su PIB departamental, DANE, 2005). Históricamente el modelo agropecuario se desencadena de procesos de migración de agentes provenientes de la región andina, quienes introdujeron culturalmente manejos agropecuarios de sus tierras y se incorporaron en las áreas selváticas. La experiencia contemporánea en la economía rural del Caquetá es la conversión productiva fortalecida desde comienzos de la década de los ochenta, sustentada en la producción agropecuaria lícita e ilícita del extractivismo forestal y pesquero (Arcila et al., 2000).

El modelo agropecuario⁵ en el proceso de colonización se caracteriza por ser extensivo y concentrador de tierra, requiere de una alta inversión inicial de mano de obra, y ha demostrado baja capacidad para generar empleo en el mediano y largo plazo. Por ello, la movilidad en el mercado de la tierra rural presenta tendencias a la concentración y al desplazamiento de la población hacia los frentes de colonización (García et al., 2002).

1.1.1 Ganadería. La ganadería constituye el primer renglón productivo del departamento⁶. Es una actividad impuesta por los colonos venidos del interior del país quienes establecieron predios con tala y quema indiscriminada. Es la práctica rural lícita más desarrollada con cerca del 97% del suelo agropecuario destinado a

⁴ Es el avance progresivo de estructuras rurales y urbanas de los países que conforman la cuenca amazónica, quienes ingresan a la selva desde la periferia consolidada y avanzan cerrando el anillo y luego se adentran en la profundidad.

⁵ El término agropecuario hace referencia a la actividad pecuaria y agrícola. Para el estudio reúne ganado bovino, porcino avícola y acuícola; y la actividad agrícola es esencialmente caña panelera, plátano y frutales. El estudio no contempla el tema forestal por su complejidad en diversidad de especies y por problemas en la consecución de la información.

⁶ Representa el 21% del PIB departamental, y el 50% en el PIB agropecuario. Existe un escaso grado de desarrollo de sectores que como el industrial, tienen la capacidad de generar importantes niveles de empleo y un mayor valor agregado (Centro Regional de Estudios Económicos Banco de la República CREE, 2003).

pastos, que como resultado del modelo productivo explica la ampliación de la frontera agrícola. Se desarrolla el ganado bovino con actividades productivas de cría, levante, ceba, y en los últimos años doble propósito⁷. Especies semiperennes como el plátano y la caña panelera se cultivan en pequeñas parcelas asociadas a sistemas ganaderos.

Según Arcila et al. (2001), las principales causales de la consolidación de la ganadería caquetense son: inversión de capital de los fondos ganaderos, canales de comercialización expeditos de la producción láctea, capitalización mediante la valorización del hato, disponibilidad de mano de obra capacitada, la tolerancia de los pastos, adecuación de vías hacia el interior del país en el 2001.

El destino de la producción es para el Valle, Huila, Tolima y Cundinamarca con porcentajes respectivos del 50%, 25% 13% y 5%. Aspectos técnicos generales de la ganadería en el Caquetá son: tasa de mortalidad 6,15%, mortalidad de terneros 11%, mortalidad de adultos 3,6%, tasa de extracción 18,6%, carga 0.58 (cabezas/ha.), producción vaca día /leche 3,1 litros, producción carne/cabeza 78.6 (Kg.), proporción de pastos mejorados 29,5% y tamaño promedio finca es de 109 ha. (SINCHI, 2001).

1.1.2 Agricultura⁸. Son sistemas agroforestales secuenciales ya que los cultivos anuales (maíz y arroz), semiperennes (yuca, plátano) y perennes (frutales) se suceden temporalmente con relación a los árboles o anteceden a otros cíclicamente (García et al., 2002). Los principales productos agrícolas en la zona de colonización son el plátano, maíz, yuca, chontaduro, caña panelera, piña y café. La historia de los cultivos de pancoger se remonta a los primeros años de siglo XX cuando se inició la actividad agrícola para sustentar la población que realizaba labores en fincas. Se efectuaba la tumba y quema del bosque estableciendo inicialmente cultivos de maíz y arroz, dedicando luego estas áreas a los cultivos de plátano y yuca para el consumo familiar y como fuente de ingresos. Esta actividad ha sido practicada bajo condiciones escasas de: mano de obra, disponibilidad de tierra, nivel tecnológico e inversión de capital de nulo a bajo.

1.1.3 Descripción de sistemas productivos en la zona de estudio. Las condiciones ambientales de la zona, se caracteriza por presentar una temperatura promedio anual de 26°C, precipitaciones de 3.605 mm al año, humedad relativa por encima del 85%. Debido a los procesos de ocupación y uso del territorio bajo sistemas de ganadería extensiva, se acentúa el deterioro de los suelos, especialmente de las características físicas, donde se evidencian niveles altos de

⁷Se han introducido especies de razas europeas holstein, normando y pardo suizo, para lograr incrementos en la producción lechera, crecimiento precedido por la llegada de empresas transformadoras multinacionales que incidieron en el fortalecimiento económico del sector, como la empresa Nestlé de Colombia.

⁸La coca es uno de los cultivos medianamente tecnificados, localizado en los frentes de colonización y su siembra se realiza en terrenos bien drenados; en este estudio se suprime este cultivo, dado que se hablará solamente de los cultivos y actividades lícitas.

compactación y por lo tanto la disminución de su capacidad productiva (Martínez, 2002).

La zona de colonización presenta cuatro unidades mayores de paisaje: *montaña*, *pedemonte*, *lomerío* y *valles*. El paisaje *montañoso* entre los 1000 y 3000 m.s.n.m. se caracteriza por relieves abruptos y escarpados; el paisaje de *pedemonte* es aquel cercano al paisaje montañoso con superficies de aspecto ondulado que se encuentran entre 300 y 500 m.s.n.m.; el paisaje de *lomerío* está caracterizado por relieves de mesetas, colinas y lomas suaves; y por último el paisaje de los *valles* o *vegas de río*, incluye áreas dominadas por sedimentos aluviales. Para éste estudio la muestra corresponde a predios ubicados en paisaje de lomeríos y vegas de ríos (ver anexo A).

En cuanto a coberturas se presentan cuatro tipos generales: bosque, cultivos, rastrojos y pastizales. La cobertura de bosque ocupa un 50% del área intervenida, se caracteriza por presentar vegetación arbórea densa, presencia de bosques naturales abiertos y relictos derivados de actividades agropecuarias⁹. Los rastrojos son la vegetación arbustiva de origen secundario, que han sido intervenidos mediante quema y se encuentran en fase de regeneración. Los pastizales se encuentran en un 28% de la zona, en áreas cuya vegetación predominante son especies de gramíneas de cobertura densa. (García et al., 2002).

Los predios económicamente representativos son los denominados como ganadero familiar (GF), agropecuario familiar (AF), y ganadero semiempresarial¹⁰ (GS), clasificación dada por variables como el ingreso familiar, nivel de mano de obra y destino de la producción. Con lo anterior se observa que el sector primario en el departamento se encuentra difícilmente desarrollado a empresa¹¹. La problemática actual de los sistemas productivos en materia agrícola son los escenarios en que se desarrolla: baja competitividad y rentabilidad económica (Espinosa, 2001), debido a que las especies utilizadas no son las más adecuadas para el medio, dada la presencia de plagas y enfermedades que generan altos costos de manejo.

1.1.4 Sistemas agropecuarios en paisaje de lomerío y valle. Son los sistemas de mayor predominio en la región de colonización. Para los sistemas en lomerío se desarrolla ganadería doble propósito en tierras con altitudes inferiores a 500

⁹ Según el grado de intervención en coberturas, la zona se divide en tres clases: 1). La zona totalmente intervenida y consolidada se presenta cuando las coberturas de bosque tienen porcentajes nulos y el 100% de los suelos corresponde a pastizales. 2). Las zonas denominadas en transición hacia la consolidación presentan coberturas de bosque entre 40% y 0%. 3) Los frentes de colonización se presentan cuando las coberturas de bosque son mayores a un 40%.

¹⁰ Es la descripción de los sistemas productivos de conformidad con la tipificación realizada por el Instituto SINCHI (2001), Los sistemas productivos GF, AF y GS con participaciones de 32%, 23% y 21% respectivamente, constituyen el 76% de las actividades económicas del área rural.

¹¹ La contribución del sector industrial en el PIB departamental del Caquetá se aproxima al 5%, deducido de los datos del DANE, 2005.

m.s.n.m., con pendientes entre 7 y 25% en promedio (García et al., 2002). La extensión media de los predios es de 115 hectáreas (ha.) con un 82% de praderas dedicadas a pastoreo, con capacidad de carga de un (1) animal/ha. y con un promedio de 96 animales por finca. El 63% de las praderas corresponde a especies de pastos mejorados introducidos (esencialmente el género *Brachiaria*¹²). De acuerdo con el estudio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (1993), los suelos son aptos para la mecanización del sistema ganadero y agrícola, aptitud que depende del grado de riesgo de erosión y la pendiente en que se encuentre el hato; los paisajes de lomerío y vega sufren bajos grados de erosión, con variaciones desde riesgo ligero hasta riesgo severo (Ver anexo B).

Los sistemas en vegas de río son tierras planas con propensión a inundaciones periódicas; predios de 131 hectáreas en promedio y con un 88% del área dedicadas a pasturas. Existe desarrollo de todas las modalidades productivas ganaderas y se incorporan actividades agrícolas con fines de subsistencia. Las coberturas asociadas al sistema productivo comprenden rastrojos, amplios rielos de bosque y de pastos; por esta condición la actividad agrícola aun es importante. Estos sistemas productivos presentan bajo nivel de desarrollo tecnológico, se desarrolla agricultura de subsistencia con cultivos de maíz, plátano y yuca (García et al., 2002).

1.2 MERCADO DE TIERRAS EN EL CAQUETÁ.

Tanto en Colombia como en América Latina el mercado de tierras rurales presenta persistentes deficiencias relacionadas con la concentración de la tierra y productividad del campo de forma que se opera de un modo imperfecto, por problemas de derechos de propiedad poco definidos, elevado costo de las transacciones, políticas macroeconómicas adoptadas, y la debilidad de las instituciones relacionadas con éste mercado (Tejo, 2003)¹³. De igual forma se observa también que parte del problema prevalece porque existen escasos conocimientos, divulgación e investigación en las zonas rurales debido a la complejidad que presentan sus paisajes, y por los elevados costos que conllevarían ésta serie de estudios.

Autores como Gómez et al. (2001) y Borrero et al. (2002), han explorado a profundidad el desarrollo de metodologías de valoración de tierras agrarias para las zonas rurales en Colombia; el segundo autor menciona que la complejidad radica en la heterogeneidad que presentan los paisajes colombianos, cuyos

¹² Entre los tipos de vegetación se encuentra la herbácea densa, conformada por pastos mejorados de las especies *Brachiaria decumbens*, la cual tiene tolerancia a la acidez que presentan los suelos.

¹³ Las reformas agrarias elaboradas como medidas de corrección tienen resultados que no han disminuido el problema, pues aunque los precios de la tierra quedaron a libre juego de oferta y demanda, las instituciones encargadas y relacionadas con el sector no cambian sus posiciones, lo cual limita los resultados esperados en la reforma (Comisión Económica para América Latina CEPAL, 2003).

métodos de valoración con criterios diseñados y aplicados en zonas económicamente desarrolladas del país, no sean propicios para medir en la misma forma paisajes diferentes que presentan menor desarrollo tecnológico, (como es el caso de los existentes en el departamento del Caquetá).

Según Casas¹⁴, (entrevista personal, 15 de diciembre 2004), la dinámica del mercado inmobiliario y específicamente en el mercado de tierras rurales en el Caquetá, no cuenta con lonjas debido a que no constituye un mercado atractivo para labores e inversiones de valoración especializadas en tierras, por presentar un volumen reducido de predios¹⁵, y un bajo perfil tecnológico para el desarrollo de actividades económicas rurales. Por ello los márgenes de intermediación para las transacciones son de escasos a nulos, la venta de tierras se realiza directamente entre comprador y oferente. Hasta la fecha la tarea de avalúo de predios es exclusividad del IGAC, que por ley desarrolla el avalúo y reconocimiento catastral para los bienes del Estado.

La metodología empleada por el IGAC para avalúo catastral rural es denominada como Áreas Homogéneas de Tierras (AHT), que posee dos componentes: geoeconómico y físico. El primero avalúa el terreno teniendo en cuenta la aptitud de uso, fertilidad, hidrografía y estratificación, el segundo hace referencia al avalúo derivado de las construcciones realizadas en el predio; luego de esto se procede a elaborar el reconocimiento predial, que consiste en actualizar la información del predio mediante trabajo de campo, con el apoyo de sistemas de información geográfica (SIG). Casas (2004), argumenta que los procesos actuales y los datos hallados por el IGAC son confiables en la medida en que sus resultados han alcanzado un alto grado de desarrollo de las tecnologías SIG además del fortalecimiento en la cobertura en la zona¹⁶, por menos en los últimos dos años.

También comenta, que en la actualización del avalúo en el 2004 comparado con los datos de 1993, fuera de los correctivos por reajuste, se encontró que la distorsión en los precios de mercado de los predios oscila en promedio entre un 100% a un 150%¹⁷, debido a factores como: desarrollo del sector de la construcción¹⁸, desarrollo de vías, los datos del primer avalúo obviaban atributos que las nuevas metodologías hoy toman en cuenta, problemas de orden público y aplicación de nuevas tecnologías.

¹⁴ Directora Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC departamento del Caquetá.

¹⁵ En el 2005 el departamento presenta 43.965 predios rurales y 75.691 urbanos. Por ejemplo, Florencia tiene 43.965 predios rurales, y Neiva tiene cerca de 90.000.

¹⁶ A nivel nacional el IGAC se encuentra en proceso de certificación de calidad ISO 9000.

¹⁷ El avalúo total de Florencia fue de \$281.000 millones en el 2004 y en el 2005 se calculó en \$694.000 millones, es decir, aumento en 200%.

¹⁸ Las áreas construidas en el Caquetá aumentaron en promedio un 23% en el año 2004 a 2005.

2. JUSTIFICACIÓN

La escasez de información sobre el estado actual de los predios rurales, es una de las principales limitaciones en el mercado de tierras rurales que genera distorsión de los precios de mercado. Una de las opciones para lograr mercados de tierras eficientes es la identificación de factores determinantes de sus precios y establecer el grado de heterogeneidad entre mercados nacionales, regionales y locales (TEJO, 2003). La distorsión en los precios se atribuye específicamente a problemas de tenencia¹⁹, derechos de propiedad no definidos, efectos de políticas sectoriales, fallos en la información y el conflicto social, son las causales más importantes (Vogelgesang, 1998); adicionalmente, los precios de la tierra rural no toman ni reflejan el valor de los servicios y externalidades ambientales. Este mismo panorama se repite en el mercado de tierras rurales en el Caquetá.

Las distorsiones en el precio de la tierra generan pérdidas de eficiencia en la medida que se pierden oportunidades de maximizar el bienestar social, y con ello, el diseño de cualquier política, (por ejemplo un impuesto) agrava la distorsión mas que corregirla. Los precios hallados en el estudio son los precios de equilibrio, donde se logra maximizar el bienestar social generado al momento de efectuarse la transacción en el mercado (se maximizan los excedentes de compradores y oferentes).

Si los precios se encuentran por debajo del equilibrio, para el gobierno el recaudo de impuestos disminuirá y con ello la inversión hacia los sectores a los cuales iba destinado tal recaudo; simultáneamente se puede decir que se subestima el valor económico que otorgan los bienes y servicios ambientales. Si los precios se encuentran por encima del equilibrio, habrá pérdidas de eficiencia en la medida que se reducen los excedentes del consumidor y del productor.

En la actualidad el Caquetá cuenta con escasos estudios sobre valoración económica ambiental de tierras agropecuarias, los estudios existentes se enfatizan en la tipificación y caracterización de los sistemas productivos, dirigidos a reconocer características geofísicas, aptitud de uso y estudios ambientales de carácter estrictamente cualitativo. Los precios de las fincas están sujetos al mercado convencional de tierras en los cuales se desconoce el valor de las potencialidades de éstas en términos socioeconómicos y de la dotación de servicios ambientales. Al respecto son pocos los estudios de tipo económico realizados en el Caquetá referentes a los sistemas productivos rurales, autores como Ramírez (1998) hacen los primeros aportes en valoración económica ambiental para la región, y encuentra que en efecto, los atributos ambientales y las

¹⁹ La concentración de tierras en Colombia según el indicador GINI es de 0.571, sin embargo el Caquetá es el departamento que reporta uno de los coeficientes de GINI más bajos 0.45, inferior a la media nacional, según Porras (2001).

variables sociales²⁰, influyen en los precios de las fincas de tipo ganadero en el área rural de Florencia, capital del departamento.

Teniendo en cuenta la problemática de la distorsión de precios de tierras rurales, las riquezas y heterogeneidad en recursos naturales y ambientales de tipo hídrico, forestal, y paisajístico con las que cuenta la zona de colonización del Caquetá, y de conformidad con la relevancia económica del sector primario en los renglones de la economía del departamento, se hace necesario conocer y determinar si las características tanto ambientales como de los sistemas productivos, inciden en la adjudicación de los precios de los predios a la hora de generarse la transacción. La importancia del estudio es que revela cuantitativamente la magnitud y el sentido de la disponibilidad a pagar marginal por cada uno de éstos atributos.

Si se logra identificar y comprobar que los bienes, servicios ambientales y las características propias de los sistemas productivos que posee un predio de carácter agropecuario, contribuyen a definir su valor económico, entonces cualquier inversión o programa dirigido a mejorar las fincas en tales características, conllevará a impactos positivos en el precio del mercado de éstas mediante la generación de excedentes al consumidor.

Según Murcia²¹ (entrevista realizada en febrero de 2005), *“los resultados del trabajo permiten a entidades regionales y nacionales, ya sean de investigación o de gestión sobre los recursos naturales, contar con herramientas técnicas para que las decisiones sean tomadas sobre la base de información adecuada. Para el caso de procesos de investigación ambiental, permitirá orientar eficientemente los proyectos. Por ejemplo, los sistemas de producción pueden estar condicionados por decisiones relacionadas con la venta o compra de predios, que inducen a la concentración de tierras como es el caso del Caquetá, y por tanto, a incrementar la presión sobre los bosques tropicales húmedos en otros sectores de esta subregión”*.

La información resultante proporciona elementos para un diagnóstico y diseño de políticas en aspectos concernientes a la problemática regional sobre el uso desordenado de la tierra, la deficiente infraestructura física y productiva rural que propician el deterioro progresivo de recursos como bosques, suelos y agua, el desconocimiento de las potencialidades del bosque en aspectos intra como extraprediales, entre otras consideraciones.

²⁰Por ejemplo, el autor encontró que variables como hectáreas en bosque y la seguridad en el predio fueron significativas. La seguridad hace alusión al tema relacionado con el pago de dinero de los propietarios de las fincas a los grupos insurgentes.

²¹MSc. Uriel Gonzalo Murcia, Investigador Instituto SINCHI sede Bogotá, asesor técnico de esta investigación.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de esta investigación es observar la influencia que tienen los atributos ambientales y las características de los sistemas productivos, en la determinación del valor económico de las fincas agropecuarias pertenecientes al área intervenida del Caquetá, ubicados en unidades de paisaje de lomeríos y vega de río.

Con los resultados de este estudio se espera conocer la relación entre el valor económico de los predios agropecuarios y los atributos ambientales²². Con ello se puede estimar los beneficios económicos generados por las mejoras en la calidad de ambiental y en los sistemas productivos, derivados de los incrementos en los precios de las tierras. Además, se espera determinar el costo de oportunidad²³ de uso de los suelos para las actividades agropecuarias.

3.1.1 Objetivos específicos.

- a. Identificar los atributos ambientales, características de los sistemas productivos, atributos estructurales y de vecindad, que determinan el precio de los predios agropecuarios aplicando la metodología de precios hedónicos.
- b. Comprobar si las variables que representan bienes y servicios ambientales influyen en el valor económico de los predios (respaldados en la relevancia estadística y teórica de los atributos ambientales dentro del modelo propuesto).
- c. Comprobar si las características de los sistemas productivos influyen en la determinación del valor económico de la finca (respaldados en la relevancia estadística y teórica de los atributos establecidos dentro del modelo).
- d. Determinar y analizar la disponibilidad marginal a pagar (DAPMg) para cada uno de los atributos que determinan el precio de los predios agropecuarios.
- e. Hallar precios implícitos o costos de oportunidad del uso de suelo con destino a actividades agropecuarias.
- f. Encontrar la función de precios hedónicos adecuada teórica y estadísticamente a los datos observados mediante el uso de transformaciones Box Cox.
- g. Mencionar efectos de política e impactos que se pueden generar con las mejoras en los sistemas productivos agropecuarios y el uso eficiente de los recursos naturales y ambientales conforme a los resultados.

²² La teoría económica establece que los bienes y servicios ambientales son externalidades positivas, y el deterioro de los mismos constituyen externalidades negativas, en ese sentido respectivamente aumentan o disminuyen el valor económico de un bien convencional.

²³ Costos correspondientes a oportunidades que se pierden cuando no se utilizan los recursos de la empresa o de un individuo, con el fin para el que ellos consideran que puede poseer más valor (Pindyck & Rubinfeld, 1995).

4. MARCO TEÓRICO

4.1 MÉTODO DE VALORACIÓN HEDÓNICO

Los precios hedónicos es uno de los métodos utilizados para determinar el valor de bienes con características heterogéneas como es el caso de las fincas. Para predios rurales se ha utilizado ésta metodología que relaciona el precio de un producto diferenciado con las características que este posee (Freeman, 1999), para este estudio, es el precio de la finca relacionado con sus atributos estructurales, ambientales y las características de los sistemas productivos.

En 1967 se introdujo la técnica para el estudio econométrico de los factores determinantes del valor de mercado de los bienes raíces, pero hasta la publicación del artículo de Rosen (1974), se establecen las bases teóricas de la economía neoclásica para el caso de un bien que se transa en el mercado con cantidades distintas en varias de sus características. No obstante, a partir del modelo desarrollado por Palmquist (1989) se plantea el modelo para predios y se cuenta con una herramienta conceptual formalizada.

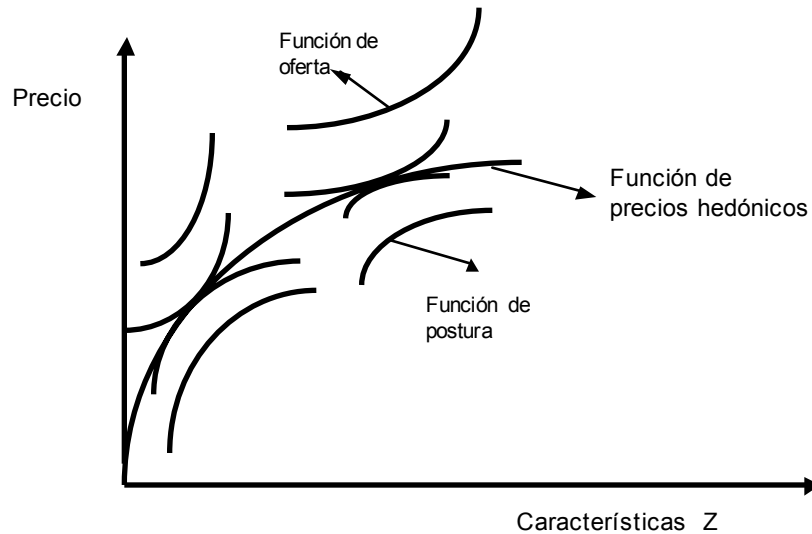
Actualmente los precios hedónicos cuentan con resultados satisfactorios en el caso de bienes raíces y se expande hacia casos de tierras agrícolas y pagos salariales, donde los atributos o características son considerados como factores de producción. Aplicaciones recientes de la metodología hedónica se han dado para establecer la reducción en el precio de las viviendas urbanas debido al riesgo de daños ocasionados por fenómenos naturales como inundaciones, paso de huracanes, y de ellos se ha determinado los costos de implícitos o de oportunidad asociados a los daños, tales como el pago de seguros de la vivienda contra desastres (Bin & Polasky, 2004). Estos estudios requieren de manejos de tecnologías de información o la implementación de SIG.

La teoría de los precios hedónicos esta fundamentada en la economía del bienestar. Esta teoría parte de la solución al problema de maximización de la utilidad de un bien convencional (finca), que posee características propias (que pueden ser de naturaleza estructural y ambiental). Esto es simplemente un problema de maximización de la utilidad ($U = U(q, Z)$), sujeta a una restricción presupuestal ($Y = p(q + Z)$), donde q es el bien convencional, Z las características ambientales, Y la riqueza, P precio del bien.

Estableciendo las condiciones de primer orden del problema se llega a $\partial U / \partial Z = \lambda p$, donde el término $\partial U / \partial Z$ indica que la utilidad marginal no observable puede verse como una aproximación al costo marginal que puede ser medible λp . Con ello la función de precios es igual a una ecuación dada en función de sus características

$P = P(q, z_1, z_2, \dots, z_m)$, y esta función de precios representa los precios en el equilibrio. El gráfico a continuación presenta la ecuación hedónica, que es el equilibrio obtenido cuando las pendientes de la función de oferta y postura son iguales y tales puntos describen una curva.

Gráfica 1. Función de Precios Hedónicos.



Fuente: Carriazo (1999).

Los objetivos de la metodología de precios hedónicos según Mendieta (2001) son esencialmente cuatro: el primero, descubrir los atributos que explican el precio de un bien discriminando la importancia cuantitativa de ellos; segundo, determinar los precios implícitos por atributo obteniendo la disponibilidad a pagar marginal por unidad adicional; tercero, estimar los impactos de una externalidad, y por último, todo lo anterior supone hallar precios en equilibrio. El mismo autor plantea que la estrategia para ejecutar la metodología satisfactoriamente es la realización de pruebas hasta encontrar la forma funcional adecuada valiéndose de técnicas econométricas para obtener los precios implícitos.

Debido a la naturaleza de cada atributo, uno de los problemas más frecuentes en la determinación de la función hedónica es denominado como *problema de especificación*, que consiste en el desconocimiento exacto de la forma funcional que sigue el modelo planteado. Para este estudio, ocurre por la heterogeneidad de comportamientos que puede presentar cada una de las características respecto al precio del predio. Cropper (1988) propone que éste problema es superable con la aplicación de herramientas de matemática estadística, que permiten encontrar la forma funcional de mayor ajuste para los datos observados. Lo anterior ha sido desarrollado como las *transformaciones Box Cox*.

4.1.1 Transformaciones Box Cox. Desde los años ochenta se empezó a aplicar la transformación Box-Cox no solamente para los precios hedónicos, con el

propósito de estimar la forma funcional más apropiada, esto se conoce en la teoría bajo el nombre de *problema de especificación*. Para predios rurales la teoría no indica la forma funcional de las ecuaciones hedónicas, razón por la cual se determina empíricamente. Una forma general y flexible a la vez, que ha sido muy utilizada es la transformación Box Cox cuadrática:

$$P^{(\theta)} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i z_i^{(\lambda)} + \sum_i^m \sum_j^m \gamma_{ij} z_j^{(\lambda)} z_i^{(\lambda)}$$

Donde la variable explicada **P** es el precio, y las variables explicativas dadas por **Z** es el vector de atributos, y $\theta, \lambda, \alpha, \gamma$ son parámetros²⁴, y la transformación de **P** y **Z** esta dada por:

$$P^{(\theta)} = \frac{(P^\theta - 1)}{\theta} \text{ si } \theta \neq 0; \quad P^{(\theta)} = \ln P \text{ si } \theta = 0;$$

$$Z^{(\lambda)} = \frac{(Z^\lambda - 1)}{\lambda} \text{ si } \lambda \neq 0; \quad Z^{(\lambda)} = \ln Z \text{ si } \lambda = 0$$

Las formas funcionales como la lineal, loglog, log-lineal y la lin-log, son casos especiales de la forma general como lo presenta la tabla 1 (Carriazo, 1999). Mediante la actividad empírica se busca mejorar la capacidad de predicción y las bases teóricas de los modelos aplicados (Mendieta, 2001).

Tabla 1. Formas funcionales

FORMA FUNCIONAL	PARÁMETROS	ESTIMADOR
Lineal	$\theta = \lambda = 1$	Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)
Doble log	$\theta = \lambda = 0$	MCO
Semi log (log-lin)	$\theta = 0, \lambda = 1$	MCO
Semi log inversa (lin-log)	$\theta = 1, \lambda = 0$	MCO
Box Cox no restringida 1 (BCNR1)	$\theta = \lambda \neq 0$	Máxima Verosimilitud (MV)
Box Cox no restringida 2 (BCNR2)	$\theta \neq \lambda \neq 0$	MV

Fuente: Mendieta, 2001

4.1.2 Supuestos y limitaciones del modelo.²⁵ El tipo de precio que se hallará en éste trabajo es aquel que se da en el momento de su transacción en el mercado. Se asume que el mercado de tierras en el departamento del Caquetá se encuentra en un mercado competitivo²⁶, a su vez se establecen los bienes ambientales como bienes superiores donde la disponibilidad a pagar aumenta mas que

²⁴ Box y Cox (1964), definieron que los valores de los parámetros deben ser estrictamente positivos (Greene, 1993).

²⁵ Algunos autores plantean adicionalmente el supuesto de complementariedad débil entre el bien raíz y sus atributos, pero esta situación se presenta cuando un atributo incide determinadamente sobre el valor del bien como es el caso en el que la tierra es considerada como factor de producción. Para este estudio, la tierra posee un precio intrínseco con o sin atributos.

²⁶ Con información perfecta, un solo oferente no influye en el precio de mercado, sin restricciones de compra y venta de tierras en el mercado.

proporcionalmente con la renta. El método de precios hedónicos refleja el valor de uso del bien ambiental para las personas que lo perciben sin tomar en cuenta los valores de no uso, lo cual es una limitación de sus niveles de aplicación para la metodología. En cuanto a la variable de tipo ambiental algunos de los inconvenientes aparecen cuando es difícil identificar una única variable que recoja cambios en la calidad; de igual forma la evolución en el tiempo de los cambios no se tendrá en cuenta en este estudio.

4.2 SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS

Las fincas son unidades de sistemas productivos con diferentes tipos de recursos, procesos y componentes de producción, que los agricultores o ganaderos pertenecientes a un grupo individual o colectivamente, combinan para subsistir o desarrollar económicamente el sector rural. Constituyen sistemas dinámicos en razón de que responden a cambios continuos de los ambientes ecológico y socioeconómico. Por ejemplo, el sistema de finca en el subsistema de producción agrícola, requiere de recursos como tierra, trabajo e insumos; las unidades de procesamiento requieren de cultivos, pastos, árboles; y el producto lo puede constituir el grano, forraje, combustible y otros. En conclusión, la materia, insumos y recursos se transforman en productos²⁷ (SINCHI, 2001).

4.2.1 Clasificación de las fincas. La clasificación de fincas empleada en el estudio realizado en el año 2001 por el Instituto SINCHI tomado de autores como Hart, (1990) plantea criterios como el tipo de mano de obra (familiar o contratada), el valor total de los bienes producidos en la finca (ingreso anual por actividad económica), y aspectos que contemplan la relación entre la finca y variables ambientales.

Para tipificar fincas se tiene en cuenta el papel que juega la mano de obra, puesto que determina la tipología de las relaciones de producción del sistema. Generalmente se habla de formas de producción familiares, campesinas, capitalistas, empresariales, arrendatarios y aparceros. Los sistemas familiares de producción están relacionados con el concepto de economía campesina, es el uso de la tierra y de la fuerza de trabajo familiar en el proceso productivo; es decir, no se contrata mano de obra para las labores dentro del predio y no se requiere vender su fuerza de trabajo para alcanzar el sustento familiar.

Las unidades empresariales de producción, caracterizadas por la utilización de mano de obra asalariada contrario al sistema familiar, presentan mayores niveles de tecnificación. Estas unidades de producción tienen mayor capacidad de generación de excedentes productivos en forma de ahorro, inversión, y acumulación de capital. Lo anterior se puede interpretar como una transición hacia

²⁷ Como alimentos, leche, queso, carnes, por ejemplo.

arriba de los sistemas familiares. Los casos extremos por debajo (del sistema familiar) corresponden a *proletarios* del campo, y hacia arriba a clases *empresariales*. Estos extremos se traducen como procesos de descomposición campesina, donde se comienza a perder o desfigurar la característica de relación exclusiva con la tierra que la distingue como fuente de trabajo y de obtención de sustento familiar.

4.2.2 Factores determinantes de los precios de las fincas. En estudios previos de valoración de predios en los cuales se empleó la metodología hedónica, autores como Goyeneche (2003), incluye el grado de erosión en los suelos y su relación inversa con el precio de la tierra en una región del Valle del Cauca; Ramírez (1998) obtiene que la variable seguridad rural (problemas con grupos armados) y variables ambientales como existencia de bosques afecta el precio del predio ganadero en la zona rural del municipio de Florencia. Donoso & Vicente (2001), incluyeron la variable socioeconómica nivel educativo de los propietarios y encontraron que afecta positivamente en el valor económico de predios rurales debido a que incrementa la capacidad de negociación conforme sus habilidades se lo permiten.

En materia de valoración económica de viviendas urbanas, Carriazo (1999), establece que la variable contaminación del aire y la cercanía a parques (o zonas verdes), tienen efectos negativos sobre el precio de mercado de las viviendas, pues son considerados o relacionados con problemas de salud y de seguridad respectivamente. Borrero, et al. (2002), menciona la inclusión de variables como limitantes jurídicas referentes a impuestos.

En general los autores citados, coinciden que las variables explicativas que determinan los precios de carácter estructural son la ubicación, condiciones de las vías de acceso, áreas construidas, nivel de ingresos, distancia a los centros poblados, entre los más relevantes, encontrando que influyen en el precio de las viviendas urbanas y en áreas rurales. En conclusión, la teoría económica sugiere que los atributos contribuyen al valor de un bien raíz cuando actúan como externalidades positivas y disminuyen el valor de los bienes convencionales cuando se trata de externalidades negativas.

5. MODELO EMPÍRICO

5.1 METODOLOGÍA

Con el apoyo y asesoría técnica del Instituto SINCHI, se obtuvo la base de datos que posee información sobre una muestra de fincas localizadas en el área de colonización y contiene variables estructurales, características de los sistemas productivos y ambientales en las que se basó esta investigación, establecidas en el modelo empírico presentado a continuación. Dos variables: *disponibilidad de fuentes de agua* para los predios y *erosión de los suelos*, se hallaron de forma externa a la base de datos, utilizando las coordenadas planas de las fincas encuestadas y obteniendo dicha información a través de un SIG²⁸, que contiene mapas de drenajes y aptitud de uso de los suelos de la región de estudio (ver anexo C). Con la revisión literaria anterior y de conformidad con el contexto regional en materia económica, la función de precios hedónicos propuesta a estimar tiene la siguiente forma general de la ecuación 1:

$$(1) \quad Prec^{(\theta)} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i (EV)^{\lambda} + \sum_{j=1}^m \gamma_j (SP)^{\lambda} + \sum_{k=1}^o \phi_k (A)^{\lambda} + \varepsilon_i$$

Donde **EV** representa la suma de cuatro vectores de características estructurales (distancia entre el predio y la cabecera municipal, tamaño del predio, adecuación de las instalaciones, condiciones de la vía a la finca), con una dimensión 391*1. **SP** es la suma de tres vectores que representa las características de los sistemas productivos, tales como ingreso anual por actividad agropecuaria, tipificación del predio (si este es familiar o semiempresarial) y la cobertura en hectáreas (ha.) en pastos mejorados, con dimensión de 391*1. **A** representa la suma de cinco (5) vectores de variables ambientales: cobertura de bosques en ha., unidad de paisaje al que pertenece: lomerío o vega; disponibilidad media y alta de fuentes de agua, y el grado de erosión: severo o ligero, con dimensión 391*1. El modelo a estimar es el planteado en la ecuación 2:

$$(2) \quad Prec^{(\theta)} = \alpha_0 + \beta_1 Dist^{\lambda} + \beta_2 Tam^{\lambda} + \beta_3 Vid^{\lambda} + \beta_4 Adp^{\lambda} + \gamma_1 Agro^{\lambda} + \gamma_2 Tipi^{\lambda} + \gamma_3 Pame^{\lambda} \\ + \phi_1 Bosq^{\lambda} + \phi_2 Pais^{\lambda} + \phi_3 Agua^{\lambda} + \phi_4 Erolig^{\lambda} + \phi_5 Erosev^{\lambda} + \varepsilon_i$$

Donde las variables son descritas a continuación:

Prec = Variable explicada continua que expresa el precio de la finca en millones de pesos de 2001.

²⁸Para realizar este procedimiento se hizo uso del software The Integrated Land and Water Information System (ILWIS 2.1- SIG).

Dist = Variable explicativa continua que expresa la distancia en kilómetros del predio a la cabecera municipal.

Tama = Variable explicativa continua que expresa el tamaño del predio en hectáreas.

Via = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si el predio posee vías pavimentada y toma el valor de 0 cuando no las tiene.

Adpe = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si la finca posee infraestructura o instalaciones adecuadas para el manejo pecuario y toma el valor de 0 cuando no las posee²⁹.

Agro = Variable explicativa continua que expresa en millones de pesos de 2001 el ingreso anual generado por la actividad agropecuaria en el predio.

Tipi = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 cuando la finca es tipo semiempresarial y toma el valor de 0 cuando no lo es, es decir, cuando es familiar³⁰.

Pame = Variable explicativa continua que expresa en hectáreas la cobertura en pastos mejorados que posee el predio.

Bosq = Variable explicativa continua que representa la cobertura en bosques que posee la finca expresada en hectáreas.

Pais = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si la unidad de paisaje a la que pertenece el predio es de lomerío y toma el valor de 0 si no pertenece; es decir, si corresponde a paisaje de vega.

Agua = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si la finca tiene disponibilidad media de fuentes de agua y toma el valor de 0 si no la tiene, es decir, si la finca tiene niveles altos de disponibilidad de agua³¹.

El grado o riesgo de erosión³² (ver anexo C), es una variable categórica con $m = 3$ clases que son: 1) sin riesgo de erosión (valor base), 2) erosión ligera, y 3) erosión severa. En el modelo se introduce $m - 1 = 2$ categorías, igual a:

Erolig = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si la finca esta ubicada en paisaje con grado de erosión ligero y toma el valor de 0 si no lo está.

Erosev = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si la finca esta ubicada en paisaje con grado de erosión severo y toma el valor de 0 si no lo está.

ε_i = Terminio de error con $N \sim (0, \sigma^2)$.

²⁹ Tales como establos o corrales, estanques, cocheras y galpones, de conformidad a la actividad económica principal de la finca.

³⁰ El criterio empleado para determinar el tipo de organización fue: mano de obra, escala económica, destino de la producción, de allí se determinaron dos clases: familiar y semiempresarial. Los sistemas productivos de la zona de estudio y de la muestra propiamente no llegan a ser sistemas empresariales por el bajo nivel tecnológico.

³¹ El criterio empleado fue: disponibilidad media de agua $X > 500$ metros, cuando $X < 500$ metros la disponibilidad de fuentes de agua es considerada como alta. Donde X = distancia entre la finca y la corriente de agua.

³² El criterio de riesgo de erosión se realizó con base en el estudio del IGAC (1993).

5.2 DETERMINACIÓN DE LA MUESTRA

El tipo de muestreo empleado es el estratificado con afijación óptima (ver anexo D). Una vez examinada la muestra, se eliminaron 144 datos que contenían omisiones, errores o eran atípicos, quedando su tamaño en 391 observaciones.

Tabla 2. Muestra por paisaje

PAISAJE	ENCUESTAS	MUESTRA
Lomerío	364	264
Vega	171	127
Total	535	391

Fuente: Instituto SINCHI

5.3 ESTIMACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta la estadística descriptiva, los resultados obtenidos y el análisis de datos del modelo finalmente seleccionado.

5.3.1 Estadística descriptiva. A continuación se presenta la estadística descriptiva de las variables continuas y las frecuencias de las variables explicativas discretas que intervienen en el modelo.

Tabla 3. Estadística descriptiva variables continuas (general y discriminada por paisaje).

Variable	Media General Casos 391	Desviación Estándar	Media para LOMERÍO Casos 264	Media para VEGA Casos 127
PREC (\$millones)	48.5030	70.5940	45.8450	54.0280
DIST (Has.)	25.0820	22.5360	22.2230	31.0230
TAMA (Has.)	102.8340	106.1710	101.0220	106.6020
BOSQ (Has.)	16.8700	25.5900	13.7520	23.3600
AGRO (\$millones)	5.8530	9.3580	5.7210	6.1270
PAME (Has.)	50.2600	85.0800	53.0890	44.3660

Fuente: el autor.

Se observa que el precio promedio de los predios rurales corresponde a \$48.50 millones a pesos de 2001. En promedio los predios se encuentran alejados de las cabeceras municipales en 25 kilómetros y el tamaño de las tierras es de 102.83 has., indicando que se concentran en fincas de extensión tipo medio³³. Las fincas tienen en promedio 16.80 has. de bosque y 50.26 has. en pastos mejorados. Los pastos mejorados hacen referencia a la introducción de braquiarias que son

³³ El rango para predios rurales X establecido para determinación de tamaño es: $X < 20$ ha pequeños, $20 < X < 500$ ha. medios, $X > 500$ ha. extensos (Castaño, 1999).

especies de gramíneas consideradas como resistentes a la alta humedad, pero en materia de nutrientes, existen otros géneros que son más eficientes para la actividad ganadera pero requieren de una mayor inversión.

El ingreso promedio anual de la finca por actividades agropecuarias es de \$5.85 millones de 2001. Las fincas familiares tienen en promedio \$5.16 millones de ingreso anual correspondiente a \$487,500.00 mensuales, equivalente a 1.50 s.m.m.l.v³⁴, valor que se encuentra por debajo de la media nacional para las unidades agrícolas familiares (UAF)³⁵.

Las fincas tipificadas como semiempresariales, presentaron un ingreso medio anual de \$8.94 millones, correspondiente a \$745,000.00 mensuales (equivalentes a 2,60 s.m.m.l.v de 2001), valor se encuentra por debajo del promedio de las fincas del occidente del país que tienen ingresos promedios anuales de \$25.00 millones de pesos de 2001 calculados según los datos de Borrero, et al., (2002). El ingreso se encuentra conformado por la actividad pecuaria esencialmente³⁶. Se puede decir que los márgenes de ingreso corresponden a negocios de acumulación simple³⁷, negando la posibilidad de contribución o transferencias de capital del campo hacia otros sectores económicos³⁸.

En la tabla 4 se presenta la estadística descriptiva para las variables discretas, donde se observa que el 67.52% de las fincas se ubican en paisaje de lomeríos y el 32.48% en el de vega de río. En ambas unidades de paisaje existe un porcentaje de fincas sin riesgo de erosión en un 37.60%, con bajo riesgo de erosión en un 21.00%, y con alto riesgo en un 41.40%. Existe alta disponibilidad de fuentes de agua en un 38.62% y una disponibilidad media en 61.38%, con promedios de distancia de 500 metros entre el predio y la corriente hídrica³⁹. El 93.00% de las fincas no poseen instalaciones adecuadas para el manejo pecuario, esto es estanques, galpones, cocheras y establos.

Un 81.84% de los sistemas productivos son familiares, presentan un bajo grado de tecnificación, tan solo un 18.16% de las fincas son semiempresariales o se encuentran en transición a organizaciones de tipo empresarial. En cuanto al estado de las vías de acceso solo el 15.86% de la muestra cuenta con vías pavimentadas y un 84.14% tiene caminos sin pavimentar o caminos en herradura.

³⁴ Para el 2001 el salario mínimo fue establecido en \$286.000.

³⁵ Las unidades agrícolas familiares UAF según los criterios del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural en Colombia, constituyen ingresos de dos (2) s.m.m.l.v.; la extensión promedio de las UAF es de 117 has.

³⁶ Proveniente de actividades de ganadería bovina con mayor participación (69%), piscícola (15%) porcícola (3%) avícola (7%) y la actividad agrícola, (cultivos de plátano, yuca, caña panelera).

³⁷ No existen excedentes suficientes para inversión de capital o con destino ahorro.

³⁸ Según la teoría de desarrollo económico, las formas de contribución de capital del sector primario a otros sectores de la economía se efectúa mediante: el sistema financiero, sistema fiscal, precios relativos y comercio exterior.

³⁹ Distancia máxima encontrada para la muestra fue de 3000 metros desde la finca hacia una fuente de agua y la mínima de 100 metros. La fuente puede ser un río principal, secundario o una fuente terciaria.

Tabla 4. Estadística descriptiva variables discretas.

VARIABLE	CATEGORIA	Frecuencia	%
PAISAJE	Lomerío	264	67.52
	Vega	127	32.48
ADECUACION PECUARIA	Tiene	26	7.00
	No tiene	365	93.00
VIA PAVIMENTADA	Tiene	62	15.86
	No tiene	329	84.14
TIPIFICACION	Familiar	320	81.84
	Semiempresarial	71	18.16
DISPONIBILIDAD FUENTES DE AGUA	Alta	151	38.62
	Media	240	61.38
	Sin riesgo	147	37.60
GRADO EROSION	Ligero	82	21.00
	Severo	162	41.40

Fuente: El autor.

La tabla 5 presenta los promedios y frecuencias para la variable dependiente y las independientes, discriminadas por unidad de paisaje y tipificación para tener una visión más detallada del comportamiento de cada una de ellas de conformidad con su naturaleza productiva y ubicación.

Tabla 5. Promedio y frecuencias de las variables discriminadas por unidad de paisaje y tipificación.

PAISAJE		TIPIFICACIÓN	PRECIO (\$millón)	DIST (km)	TAMA (Ha.)	BOSQ (Ha.)	PAME (Ha.)	AGRO (\$millón)
Lomerío	67,5192	Familiar	36.562	23.141	85.921	13.640	40.863	5.213
		Semiempresa	84.618	18.392	167.880	14.216	104.157	7.842
Vega	32,4808	Familiar	32.316	31.757	85.528	24.168	27.126	5.074
		Semiempresa	170.190	27.100	219.350	19.038	136.600	11.762

PAISAJE	TIPIFICACIÓN	CASOS No.	ADPE		VIA		AGUA		RIESGO DE EROSIÓN			
			SI	NO	SI	NO	MEDIA	ALTA	SIN RIESGO	LIGERA	SEVERA	
Lomerío	264	213	15	198	36	177	139	74	43	57	113	
			51	7	44	13	38	28	23	15	7	29
Vega	127	Familiar	107	2	105	4	103	59	48	18	13	76
		Semiempresarial	20	2	18	9	11	14	6	13	5	2

Fuente: El autor.

La descripción de los sistemas productivos teniendo en cuenta las variables tipificación y unidad de paisaje, subdivide las fincas en sistemas productivos agropecuarios de cuatro clases: semiempresariales en lomeríos (SL), semiempresariales en vega (SV), familiares en lomeríos (FL) y familiares en vega de río (FV). Se aprecia en la tabla 5 que los predios de mayor valor se concentran

en sistemas productivos SV, con un **precio** promedio de \$170.19 millones. Los predios agropecuarios de tipo SL cuestan en promedio \$84.62 millones, valor cercano a la mitad de \$170.19 de los predios anteriormente descritos. Con lo anterior se confirma que la tipificación semiempresarial y la unidad de paisaje de vega, aumentan el valor de los predios. Para los sistemas familiares, no existen diferencias tan marcadas entre los paisajes, sus promedios en precios son cercanos a \$35.00 millones.

En cuanto a **extensión** de tierra, las fincas SV y SL, se les puede clasificar en escala de gran tamaño (mayores a 100 ha.). Las fincas FL y FV en cambio, se clasifican como extensiones medias de tierra (menores a 100, mayores de 50 ha.). La menor **distancia** de los predios a la cabecera municipal se encuentra en las fincas SL y FL, y las más distantes son las ubicadas en vega de río, SV y FV. En materia de económica, las unidades productivas SL y SV presentan los mayores **ingresos agropecuarios** (\$11.76 y \$7.84 millones en su orden). Las fincas de tipo familiar en ambos paisajes, no presentan diferenciación marcada entre sus niveles de ingreso, oscilan en valores cercanos a los \$5.00 millones.

Cuentan con adecuación pecuaria un 7.00% (15/213) de las unidades productivas tipo FL y 14.00% (7/51) tipo SL, un 2.00% para las FV y un 10.00% para SV. Los porcentajes de fincas con vías pavimentadas son: 17.00% para FL, 25.50% para FS, 4.00% para FV y 45.00% para SV. El riesgo de grado de **erosión severa** se concentra en mayor proporción para las fincas tipo FL (53.03%), FV (56.86%) y las fincas SL (71.00%), de acuerdo con la muestra. Los predios con menor riesgo de erosión corresponden a las unidades productivas SV (65.00%).

En cuanto a coberturas, se observa que en las fincas SL y SV tienen más de 100 has. destinadas en **pastos mejorados**, y menos de 20 has. en **bosques naturales**. Se puede decir que el porcentaje bosque-pastos en estos predios es de 15%-85%. Para el caso de las fincas familiares, la participación bosque-pastos es de 28%-72%. Lo anterior evidencia que la actividad semiempresarial más tecnificada, reduce en mayor proporción las coberturas de bosque para introducir pastizales. La descripción anterior sugiere que los predios están condicionados en algunos aspectos tanto por la tipificación como por la unidad de paisaje.

5.3.2 Resultados obtenidos. El análisis de resultados determina que variables mantienen el signo del parámetro independientemente de la forma funcional y cuales son estadísticamente significativas al correr la regresión que maximiza la función de verosimilitud. Se realizaron regresiones con los datos obtenidos utilizando las diferentes formas funcionales como se presentó en la tabla 1, con el propósito de hallar el modelo de mayor consistencia teórica y estadística debido al problema de especificación. Se determinó el modelo de mayor ajuste a los datos observados. Los estimadores empleados fueron los de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y máxima verosimilitud (MV). La tabla 6 resume los resultados obtenidos en cada una de las formas funcionales.

Tabla 6. Resumen de los resultados de cada uno de los modelos⁴⁰.

FORMAS FUNCIONALES / VARIABLES	Lineal	Log-lin	Lin-log	Doble Log	BCSR1 $\lambda = \theta = 0.0869$	BCSR2 $\lambda = 0.14038$ $\theta = 0.08262$
Constante	+10.7800 (2.0980)**	+2.75309 (11.7170)***	-1.6761 (-0.0480)	+0.22826 (1.0860)	+0.413214 (1.6590)*	+0.682355 (1.8790)**
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES Y DE VECINDAD						
Distancia (Dist)	-0.42144 (-5.241)***	-0.00534899 (2.8740)***	-8.3689 (-1.0250)	-0.18248 (-6.0220)***	-0.19695 (-6.2390)***	-0.167765 (-4.2210)***
Tamaño (Tama)	+0.48186 (10.151)***	+0.007461 (2.6330)***	+11.86089 (0.6690)	+0.83837 (17.1050)***	+0.77475 (16.5620)***	+0.627651 (4.1950)***
Vía (Via)	+26.01674 (3.562)***	+0.196444 (1.8690)**	+29.4270 (4.4480)***	+0.27904 (3.6040)***	+0.3980 (3.7780)***	+0.353852 (3.6670)***
Adecuación pecuaria (Adpe)	+5.61481 (0.4147)	+0.317324 (1.7990)*	+2.8221 (0.3520)	+0.15577 (1.6300)*	+0.207810 (1.6300)*	+0.208209 (1.6650)*
CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS						
Ingreso agropecuario (Agro)	+0.08460 (0.6417)	+0.006463 (1.4290)	+0.181699 (0.7800)	+0.06166 (2.3970)***	+0.079916 (2.3360)***	+0.07736 (2.2900)***
Tipificación (Tipi).	+12.19546 (2.2980)***	+0.196546 (2.3020)**	+16.9790 (2.7900)***	+0.122674 (1.8630)**	+0.17629 (1.9900)**	+0.165074 (1.8770)**
Pastos mejorados (Pame)	+1.13102 (2.0390)**	-0.0146125 (-1.3110)	+5.406336 (8.3110)***	+0.01537 (3.4120)***	+0.02259 (3.5150)***	+0.0175356 (2.1400)**
CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES						
Cobertura bosques (Bosq)	-3.83029 (-3.4670)***	+0.034373 (-1.6690)*	+0.308385 (0.1320)	-0.117053 (-4.1270)***	-0.159291 (-6.2390)***	-0.16449 (-4.3250)***
Paisaje (Pais)	-16.39549 (-2.9450)***	+0.005196 (-0.4877)	-16.9821 (-2.6160)***	-0.100230 (-1.7450)*	-0.147460 (-1.9030)*	-0.142838 (-1.8670)**
Fuentes de agua (Agua)	-2.0744 (-0.5930)	-0.08641 (-1.3170)	-3.21184 (-0.6650)	+0.05722 (-1.2050)	-0.0709341 (-1.1210)	-0.07107 (-1.1400)
Erosión ligera (Erolig)	+1.16595 (0.2420)	+0.10184 (1.1210)	+2.7790 (0.3710)	+0.0562891 (0.8580)	+0.067283 (0.7690)	+0.0644453 (0.7470)
Erosión severa (Erosev)	-0.86832 (-0.2060)	+0.11937 (1.5460)	-0.62489 (-0.1140)	+0.08348 (1.4520)	+0.0913918 (0.23160)	+0.0884483 (1.1750)
Ln Función de Verosimilitud	-1909.5036	-335.7051	-1953.4949	-230.3880	-342.9207	-336.7771
Ln Función de verosimilitud restringida	-2218.7721	-2218.7721	-2218.7721	-2218.7721	-2218.7721	-2218.7721
Razón verosimilitud	618.5370***	3766.1340***	530.5540***	3976.7680***	3751.7028***	3763.9900***

*, ** y *** indica el nivel de confianza al 90, 95 y 99%.

Fuente: El autor.

Se puede observar y analizar la estabilidad de las variables dentro de cada forma funcional⁴¹. Para las características estructurales y de vecindad se tiene que las variables **distancia** y **tamaño** son significativas en los modelos estimados y mantienen el signo del coeficiente esperado (negativo y positivo respectivamente),

⁴⁰ Para la obtención de los resultados econométricos se utilizó el programa Limdep versión 7.0.

⁴¹ Se aplican las pruebas de hipótesis para determinar la significancia de cada variable dentro del modelo utilizando el estadístico t al 10, 5 y 1% de nivel de significancia. En la tabla 6, el valor en paréntesis corresponde al t calculado.

excepto en el modelo linlog; con lo anterior se concluye que éstas variables son estables y robustas para el modelo.

La variable **vía**, con signo positivo en todos los modelos es significativa en coherencia con el planteamiento teórico, con lo cual se afirma que ésta variable es robusta. La variable **adecuación** de las instalaciones para manejo pecuario conserva su signo positivo en todas las formas funcionales, pero su significancia estadística solo se presenta en los modelos loglog, BCNR1 y BCNR2 al 90% de nivel de confianza.

Para las variables de los sistemas productivos, el ingreso **agropecuario** presenta un signo positivo que se mantiene en todas las formas funcionales, pero su relevancia estadística solo aparece en BCNR1, BCNR2, y en el modelo doble logarítmico al 90% de nivel de confianza; con esto se puede considerar una variable robusta para el modelo. Para la variable **tipificación** existe estabilidad en el signo positivo y es relevante en todos los modelos, por lo tanto la variable es significativa. La variable **pastos mejorados** conserva el signo positivo y relevancia estadística en todos los modelos exceptuando el linlog, indicando que la introducción de tecnologías se refleja en el aumento del valor económico del predio.

En las variables ambientales, se observa que las hectáreas de **bosque** que posee la finca en todas las formas funcionales presentan una relación negativa asociada al precio del predio; se observa su significancia a nivel de todos los modelos. Lo anterior puede atribuirse a que culturalmente se asocia los terrenos de bosque como un costo de oportunidad de uso de los suelos para ganadería y agricultura. La variable **paisaje** conserva el signo negativo y su relevancia en todos los modelos excepto en el linlog, indicando que las fincas ubicadas en paisaje de vega son de mayor valor que aquellas ubicadas en los lomeríos. Las variables **disponibilidad de agua** y **grados de erosión** no son estables y presentan significancia estadística al 30% de nivel de confianza.

Para realizar la prueba de bondad de ajuste en los diferentes modelos se aplicó la razón de verosimilitud (RV) cuyo estadístico se expresa de la forma $RV = 2[LnL_{\theta NR} - LnL_{\theta R}]^{42}$, el cual se distribuye como una χ^2_{igl} , con i grados de libertad. Las pruebas de hipótesis se realizaron de la siguiente forma:

- a. El planteamiento de la hipótesis para la relevancia de las variables es:
 $H_0: \beta_i = 0; H_a: \beta_i \neq 0$, para $i=1, \dots, n$. (con $n = 12$).
- b. Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$;

⁴² Donde $LnL_{\theta NR}$ es el logaritmo natural de la función de verosimilitud sin restricción; y $LnL_{\theta R}$ es el logaritmo natural de la función de verosimilitud con restricción del parámetro theta.

c. Estadístico de prueba: $RV = 2[LnL_{\theta NR} - LnL_{\theta R}]$ cuyo valor crítico con i grados de libertad, ($i = 12$) al 95% de confiabilidad es $\chi^2_{12,gl} = 21.0261$.

d. Conclusión: como sucede que $\chi^2_{12,gl} > \chi^2_{12,gl\text{tabla}}$, para todos los modelos se rechaza la hipótesis nula indicando que todas las formas funcionales presentan bondad de ajuste.

Para la elección de la forma funcional, en la tabla 7 se presentan las pruebas de hipótesis y los resultados de la razón de verosimilitud.

a. El planteamiento de la hipótesis para hallar la forma funcional es: H_0 : La regresión tiene forma funcional conocida; H_a : La regresión tiene forma funcional BCNR2.

b. Nivel de significancia: $\alpha = 5\%$;

c. Estadístico de prueba: $RV = 2[LnL_{\theta NR} - LnL_{\theta R}]$, cuyo valor crítico en tablas con un grado de libertad (1 restricción) al 5% nivel de confianza es de $\chi^2_1 = 3.841$.

d. Conclusión: como sucede que $\chi^2_{1,gl} > \chi^2_{1,gl\text{tabla}}$, para todos los modelos se rechaza la hipótesis nula indicando que la forma funcional es la BCNR2.

Tabla 7. Pruebas de hipótesis sobre la forma funcional.

Modelo vs. BCNR.	Hipótesis	Ln de función de	verosimilitud	Estadístico	Conclusión sobre H_0 .
Lineal	$H_0: \lambda = \theta = 1$	Para lambda y para theta	-1909.5036	3145.453	Se rechaza
BCNR : (Box Cox sin restringir)	$H_a: \lambda \neq \theta \neq 1$	Para lambda Para theta	-336.7771 -1554.7361	3145.453 709.535	
Log Lin	$H_0: \lambda = 0, \theta = 1$	Para lambda Para theta	-335.7051 -1663.3658	-2.1318* 217.2594	Rechaza
BCNR	$H_a: \lambda \neq 0, \theta \neq 1$ ($\lambda \neq \theta$)	Para lambda Para theta	-336.7771 -1554.7361		
Lin Log	$H_0: \lambda = 1, \theta = 0$	Para lambda Para theta	-1953.4949 -1953.4968	3233.4356 797.5214	Rechaza
BCNR	$H_a: \lambda \neq 1, \theta \neq 0$ ($\lambda \neq \theta$)	Para lambda Para theta	-336.7771 -1554.7361		
Doble log	$H_0: \lambda = \theta = 0$	Para lambda Para theta	-230.3883 -1558.0491	-212.776** 6.626	Rechaza
BCNR	$H_a: \lambda \neq \theta \neq 0$	Para lambda Para theta	-336.7771 -1554.7361		

* y ** para el caso de las funciones log lin y doble log no se presenta ajuste estadístico pues la probabilidad de encontrar la muestra, no pertenece al intervalo [0;1].

Fuente: El autor.

Se puede concluir que no existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la función de precios hedónicos del modelo tiene alguna forma funcional conocida. Luego, el modelo que se ajusta mejor a una forma funcional es aquel donde θ

toma el valor de 0.0869 y λ el valor de 0.14038. Con estos valores de los parámetros se maximiza la función de verosimilitud. La tabla 8 presenta los resultados de la función de precios hedónicos BCNR2.

5.3.3 Análisis del modelo empírico Box Cox no restringido (BCNR2). Para el modelo elegido, en cuanto a validez estadística, las variables explicativas continuas y discretas seleccionadas en el modelo son robustas, presentan bondad de ajuste y los signos son los esperados conforme a la teoría económica a excepción de la disponibilidad de fuentes de agua y el grado de erosión.

Tabla 8. Función de precios hedónicos BCNR2 con $\theta = 0.0879$, $\lambda = 0.1451$.

Dependiente: PRECIO	Media	Coefficiente (t estadístico)	Efecto Marginal (millones) DAPMg.	Elasticidad €	DAP 1% de cambio en Z. (millones)
Independientes:					
DIST	25.0818	-0.167765 (-4.221)***	-0.2785	-0.1963	-0.095212
TAMA	102.8344	+0.627651 (4.195)***	+0.3098	+0.8954	+0.434297
VIA	0.1586	+0.353852 (3.667)***	+10.1635	+0.0453	+0.021971
ADPE	0.0665	+0.208209 (1.665)*	+5.5143	+0.0103	+0.004996
AGRO	5.8529	+0.07736 (2.290)***	+0.2049	+0.0325	+0.016345
TIPI	0.1816	+0.165074 (1.877)**	+4.3719	+0.0223	+0.010816
PAME	50.2560	+0.0175356 (2.140)**	+0.0464	+0.0656	+0.031818
BOSQ	16.8720	-0.16449 (-4.325)***	-0.2779	-0.1318	-0.063927
PAS	0.6752	-0.142838 (-1.867)**	-3.7830	-0.0563	-0.034820
AGUA	0.6138	-0.07107 (-1.140)	-1.8825	-0.0325	-0.015760
EROLIG	0.2097	+0.0644453 (0.747)	+1.7068	+0.0101	+0.004899
EROSEV	0.4143	+0.0884483 (1.175)	+2.3425	+0.0273	+0.013241
CONST.		+0.682355 (1.879)**	+18.0719	+0.5080	

*, ** y *** Indica significancia estadística a un nivel del 90%, 95% y 99% de confianza.

Fuente: El autor.

El análisis del modelo BCNR2 se efectúa conforme al efecto marginal y el análisis de las elasticidades⁴³ (columnas 4 a 6 de la tabla 8). Se toma la variable **distancia**

⁴³ La columna 5 es la elasticidad ϵ se calcula en los puntos medios de las variables; mide la relación entre el cambio porcentual de la variable explicativa y el cambio porcentual del precio de la finca, expresada como,

$\epsilon = \frac{\partial \ln P}{\partial \ln Z} = \left[\frac{\partial P}{\partial Z} \frac{P}{Z} \right]$ donde P es precio del predio, Z es el atributo. La columna 5 representa la disponibilidad a pagar por cada 1% de cambio en la cantidad del atributo, esto permite observar los cambios

para ilustrar la forma de interpretación. El efecto marginal indica que por cada kilómetro que la finca se encuentre alejada de la cabecera municipal, la disponibilidad a pagar por la finca en promedio, disminuye en \$278,500.00. La elasticidad indica que por cada unidad porcentual que incremente la distancia entre la finca y la cabecera municipal, el valor del predio disminuye en un 19.63%. Finalmente, la interpretación de la sexta columna es que, ante un incremento del 1% entre la distancia del predio y la cabecera municipal, el valor de la finca disminuirá en \$95,212.00. Los resultados anteriores son coherentes con el planteamiento teórico, indicando que a mayor lejanía del predio a un centro poblado, el precio de la finca disminuye.

El efecto marginal de la variable **tamaño** indica que la disponibilidad a pagar por este atributo es de \$309,800.00; en términos de elasticidad se dice que ante un incremento del 1% en el tamaño del predio, la disponibilidad a pagar por este atributo aumenta en un 89.00%. Tanto para la variable **adecuación de instalaciones** como para la variable **vía pavimentada**, existe una relación positiva con el precio del predio, indicando que una finca que posee dichos atributos, vale \$5.50 y \$10.00 millones mas respectivamente, que otra finca que no tiene estos atributos. Lo anterior puede explicarse por la valorización que otorgan las vías de acceso pavimentadas. En Colombia los costos de adecuación pecuaria para una finca localizada en el occidente del país, según Borrero et al. (2002), es de \$10.00 a \$15.00 millones (esencialmente corrales o establos), por lo tanto, es coherente que la construcción de infraestructura incremente el valor del hato.

Para las características de los sistemas productivos, el ingreso **agropecuario** indica que por cada millón de pesos anuales que ingresan a la finca por concepto de actividades agropecuarias, la disponibilidad a pagar es de \$205,000.00. Ante un incremento en el 1% de los ingresos agropecuarios anuales, el precio de la finca aumentará en \$16,350.00. Conforme a la **tipificación**, se observa que el precio de una finca es mayor en \$4.70 millones si la finca es de tipo semiempresarial que otra que no la es y pertenece al tipo familiar. La variable **pastos mejorados**, indica que por cada hectárea que tenga la finca, la disponibilidad marginal a pagar por este atributo será de \$46,400.00. Ante el aumento del 1% en la cobertura pastos mejorados, el precio de la finca aumenta en \$3,181.00.

La variable ambiental **bosque** indica que por cada hectárea de bosque que tenga la finca, la disponibilidad a pagar marginal por este atributo disminuye en \$278,000.00. Ante el aumento del 1% en la cobertura de bosques que posee la finca, el precio disminuirá en \$63,927.00. Lo anterior puede atribuirse a que se desconoce el valor de las potencialidades del bosque, pues el enfoque observado en estos sistemas es ganadero y agrícola.

monetarios dado un cambio en las cantidades del atributo, se deduce de $\hat{\partial}p = \left[\bar{p}^* \in_Z * 0.01 \right]$ derivada de la ecuación de elasticidad, dado un cambio del 1%.

En la muestra tomada para este estudio, se determinó que en promedio se tala una (1) ha. de bosque anual dentro de una finca. La DAP negativa hallada en este estudio de \$278,000.00 por una ha. de bosque, es un valor cercano a un (1) s.m.m.l.v. en el 2001 correspondiente a \$286,000.00. Esto puede interpretarse como el costo de oportunidad de no usar el área boscosa para desarrollar éstas actividades.

Para la variable **paisaje** el signo obtenido es negativo, indicando que los predios pertenecientes al paisaje de vega se les otorga un valor mayor de \$3.80 millones que aquellos que pertenecen al paisaje de lomerío. Lo anterior puede atribuirse a la presencia implícita de fuentes de agua disponibles en el paisaje de vega que son requeridos para desarrollar las actividades agrícolas y pecuarias en general, salvo aquellas zonas que por su inundabilidad extrema⁴⁴ pueda convertir estos paisajes en inapropiados para el desarrollo de tales actividades.

De igual forma implícitamente el propietario o productor agropecuario puede tener en cuenta que los valles o vegas de río, presenta un relieve de llanuras en donde el suelo es más resistente a las actividades de ganadería y agricultura; en otras palabras, implícitamente se reconoce las fortalezas de los suelos para soportar la mecanización de actividades agropecuarias. Sin embargo, al introducir explícitamente en el modelo las variables disponibilidad de fuentes de **agua** y el grado de **erosión**, estas no presentan validez estadística y no conservan signos estables, alcanzan significancia a un 30%. Esta situación puede tener varios orígenes:

Una primera idea puede ser que al no existir escasez por la abundancia de los recursos hídricos, forestales y paisajísticos en la zona, y ante el bajo impacto que generan los sistemas productivos familiares y semiempresariales, por su escaso desarrollo tecnológico, no se revela una disponibilidad a pagar, en la medida en que, aún, no constituyen o evidencian un daño ambiental irreversible. Una segunda idea, es que de existir tal impacto ambiental generado por los sistemas productivos familiares y semiempresariales, el escaso control e incentivos para no degradar el medio, o la escasa cobertura para divulgación y concientización en éstas zonas sobre la problemática ambiental relacionada con el uso sostenible de recursos, hace que el riesgo por erosión y disponibilidad de aguas, no revelen una disponibilidad a pagar dentro del valor de la finca.

5.3.3.1 Modelo parcial para lomeríos y vegas. Separando la muestra estudiada por unidad de paisaje, se tiene la siguiente función de precios hedónicos discriminado para predios ubicados en lomeríos y predios ubicados en vega, presentados en las tablas 9 y 10 a continuación.

⁴⁴Catalogadas como VUGa, según el IGAC, hace referencia a humedales o cananguchales, o zonas de inundaciones permanentes. La muestra tomada en éste estudio no se ubicó en éstas subregiones de paisaje.

Tabla 9. Función de precios hedónicos modelo BCNR2 aplicado a lomeríos con $\theta = 0.02941$ $\lambda = 0.02080$.

Dependiente: PRECIO Independientes:	Observaciones: 264 Media	Coefficiente (t estadístico)	Efecto Marginal (millones) DAPMg.	Elasticidad €	DAP 1% de cambio en Z. (millones)
DIST	22.2235	-0.2023 (-3.4460)***	-0.3208	-0.1941	-0.0890
TAMA	101.0218	0.8306 (3.6680)***	0.2990	0.8224	0.3770
VIA	0.1856	0.2817 (3.1430)***	9.3077	0.0470	0.0215
ADPE	0.0833	0.1558 (1.4480)	5.1467	0.0117	0.0054
AGRO	5.7208	0.0083 (2.1300)**	0.2729	0.0425	0.0195
TIPI	0.1932	0.1429 (1.7590)*	4.7229	0.0248	0.0114
PAME	53.0900	0.0014 (1.7240)*	0.0464	0.0671	0.0308
BOSQ	13.7509	-0.0873 (-2.8420)***	-0.2217	-0.8300	-0.3805
AGUA	0.6326	-0.0634 (-1.0270)	-2.0927	-0.0360	-0.0165
EROLIG	0.2424	0.0539 (0.6330)	1.7790	0.0117	0.0054
EROSEV	0.5379	0.0813 (1.1400)	2.6868	0.0394	0.0181
CONST.		0.4299 (1.0220)	14.1990	0.3866	

* , ** y *** Indica la significancia estadística a un nivel del 90%, 95% y 99% de confianza.

Fuente: El autor.

Si el análisis se realiza con un 10% de nivel de significancia, se observa que el modelo de BCNR2 para el modelo de fincas agropecuarias en paisaje de lomerío presentado en la tabla 9, guarda relación con el modelo general analizado y presentado en la tabla 8. Los resultados de los modelos parciales, refuerzan el modelo general en las interpretaciones y conclusiones respecto de la contribución de cada variable. De manera contraria, al observar la tabla 10, la función de precios hedónicos para paisaje de vega de río muestra que las únicas variables que tienen peso estadístico y explican el precio de los predios agropecuarios son: distancia del predio a la cabecera municipal, tamaño y hectáreas de bosque. La existencia de los dos primeros atributos mencionados aumentan el valor económico del predio y la existencia del atributo final lo disminuye.

Cabe recordar que las vegas no cuentan con adecuación pecuaria (97%), tienen vías de acceso sin pavimentar (90%), y los ingresos económicos son de subsistencia (1,7 s.m.m.l.v. en promedio ponderado), por tal motivo, el modelo parcial establecido para ésta unidad de paisaje, refleja las condiciones relevantes

de la tipificación familiar. El resultado anterior puede explicarse porque el 84% de las fincas de vega son de tipo familiar, lo cual sesga los datos del 16% de fincas de tipo semiempresarial, implicando que los atributos relevantes para la determinación de los precios se enmarquen en el tipo estructural.

Tabla 10. Función de precios hedónicos modelo BCNR2 para vega de río con $\theta = 0.21288$ $\lambda = 0.37912$.

Dependiente: PRECIO Independientes:	Observaciones: 127 Media	Coeficiente	Efecto Marginal	Elasticidad	DAP 1% de cambio en Z. (millones)
		(t estadístico)	(millones) DAPMg.]	€	
DIST	31.0236	-0.1147 (-2.4360)***	-0.225	-0.1974	-0.1067
TAMA	106.6024	0.3941 (2.5230)***	0.3592	1.0832	0.5852
VIA	0.1024	0.7935 (1.5390)	13.1309	0.0380	0.0205
ADPE	0.0315	0.2897 (0.5430)	4.7936	0.0043	0.0023
AGRO	6.1273	0.0091 (1.1470)	0.1509	0.0262	0.0142
TIPI	0.1575	0.0805 (0.2780)	1.3315	0.0059	0.0032
PAME	44.3661	0.0035 1.4100	0.0581	0.0730	0.0394
BOSQ	23.3602	-0.1734 (-3.0870)***	0.4056	-0.2681	-0.1449
AGUA	0.5748	0.0154 (0.0850)	0.2541	0.0041	0.0022
EROLIG	0.1417	-0.1299 (-0.4910)	-2.1502	-0.0086	-0.0046
EROSEV	0.1575	0.0649 (0.2700)	1.0740	-0.0048	-0.0026
CONST.		1.8204 (-3,1560)***	30.1241	0.8522	0.4604

*, ** y ***Indica significancia estadística a un nivel del 90%, 95% y 99% de confianza.
Fuente: El autor.

Comparando la estadística descriptiva dada en la tabla 3, se observa que el promedio de los precios de las fincas en vegas de río es mayor en \$8.18 millones que el promedio de fincas ubicadas en lomerío. De igual forma, los predios en vegas son más extensos, más lejanos, el 84.00% son familiares, poseen mas hectáreas de bosque, registran mayores ingresos, que aquellas ubicadas en lomas. Solamente las coberturas en pastos son mayores en paisajes de lomeríos que en las vegas.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio identificó y encontró que los **atributos ambientales**: hectáreas en bosque y la unidad de paisaje, y, las características de los **sistemas productivos**: ingreso agropecuario, tipificación y hectáreas en pastos mejorados, determinan el valor económico de las fincas agropecuarias de conformidad con la heterogeneidad de paisaje, para este caso, unidades de lomeríos y vega de ríos.

Otras variables convencionales identificadas como determinantes de los precios de la tierra de tipo **estructural y de vecindad** fueron: *tamaño* de la finca, *distancia* a los centros poblados, *adecuación* o infraestructura pecuaria y las condiciones de las *vías* de acceso. En materia metodológica, se encontró que la forma funcional de la ecuación hedónica, adecuada estadística y teóricamente fue el modelo Box Cox no restringido 2 (*BCNR2*).

Se encontró que la disponibilidad a pagar por una finca ubicada en **paisaje de vega** es mayor en \$3.78 millones en promedio, que aquella que se encuentra en un paisaje de **lomerío**. Lo anterior puede explicarse debido a que implícitamente el paisaje de vega de río, representa cercanía a fuentes de agua y un relieve cuyas llanuras ofrecen un mayor grado de resistencia de los suelos a los procesos de mecanización que requieren las actividades agropecuarias, como por ejemplo la ganadería bovina. Sin embargo, al introducir éstas características de forma explícita en variables como **disponibilidad de fuentes de agua** y **riesgo de erosión**, los resultados demuestran que éstas variables no fueron significativas estadísticamente.

Las características de los sistemas de producción tales como el **ingreso** anual agropecuario y la introducción de **pastos mejorados**, contribuyen positivamente en el valor económico de la finca, con una disponibilidad a pagar (DAP) por cada una de ellas de \$204,000.00 y \$464,000.00 respectivamente. La **tipificación** de la organización también contribuye positivamente en el precio de la finca; si se trata de un sistema **semiempresarial** vale \$4.30 millones mas en promedio, que cuando se trata de un sistema productivo **familiar**.

Para los sistemas productivos analizados, los resultados de la DAP por el atributo ambiental cobertura en **bosques** arrojó un valor negativo, debido a que representa un costo de oportunidad de no usar el suelo en actividades agropecuarias. Lo anterior se evidencia con una DAPMg negativa de \$278,000.00, valor aproximado a un (1) s.m.m.l.v. (equivalente a \$286,000.00), interpretado como el costo de oportunidad que tiene un productor al sustituir una ha. de bosque por una ha. en suelos destinados para uso y desarrollo de actividades agropecuarias.

También se hallaron las DAP por atributo **estructural** y de **vecindad**, donde se resalta que la existencia de **vías** pavimentadas es percibida como una

externalidad positiva, debido a que las actividades agropecuarias demandan canales que faciliten el transporte de bienes y servicios. Se observó que una mayor extensión o **tamaño** de las tierras, una menor **distancia** de la finca hacia los centros poblados y la existencia de **adecuación pecuaria**, otorga un valor mayor al predio.

Las variables fuentes de agua y grados de erosión, no tuvieron peso estadístico, situación que puede ser atribuible a que la muestra analizada pertenece a paisajes de lomas y valles, los cuales cuentan con abundancia hídrica y poseen un riesgo de erosión catalogado como bajo en comparación con la fragilidad generalizada que presenta el paisaje amazónico. Esta situación puede estar evidenciando, la forma de cómo se están desarrollando las unidades productivas en zonas cercanas a la frontera agrícola, que dada la abundancia de recursos, y la concentración de sistemas familiares, aún no presenta impactos ambientales irreversibles, o bien existe un bajo interés y/o conocimiento de los efectos de la degradación futura en dichos recursos.

En el estudio econométrico parcial, donde se separó la muestra por unidad de paisaje, se encontró que los resultados obtenidos refuerzan las conclusiones del modelo general. El modelo de lomeríos presenta concordancia con el modelo analizado globalmente. En el caso del modelo de vega, la información se sesga hacia conclusiones características de los predios de tipo familiar, como resultado de que el 84% de la muestra en el paisaje de vega, lo constituyan predios familiares; con lo anterior, las variables relevantes fueron tamaño, distancia y bosques, conservando la estabilidad y sentido del modelo global.

Teniendo en cuenta las especificidades de la región amazónica, con los resultados anteriores se puede inferir que si se desarrollan programas o políticas encaminados a tecnificar y desarrollar el campo, bajo enfoques productivos sostenibles, de modo que se logre una eficiente transición de las fincas familiares hacia unidades productivas empresariales, entonces se aumentaría el bienestar económico representado en un incremento en el valor de las fincas y de los ingresos generados por la actividad económica.

Actividades como otorgamiento de crédito con bajas tasas de interés, asesorías agroindustriales a campesinos y propietarios, apoyo institucional para fortalecer el capital humano rural, son acciones que deben realizarse considerando la tipificación, aptitud de uso de los suelos y otras condiciones especiales geográficas en estas zonas. Un factor que resta fuerza a estas tareas y a la cobertura de las mismas será con seguridad, los problemas de orden público en el área rural, lo cual limita los alcances para el desarrollo de tales programas.

Una de las maneras de fomentar la cultura ambiental, es desarrollar programas de implementación de técnicas agrarias, de concientización ambiental dirigida a los pobladores y actores que intervienen directamente en éstos sistemas productivos,

asimismo, el diseño e implementación de mecanismos de control e incentivos de conservación, preservación o uso eficiente de recursos, de forma que éstos sistemas que lentamente penetran en las selvas amazónicas, adopten esquemas sostenibles.

Las herramientas que emplea el actual gobierno, por ejemplo, la exención del impuesto predial o reducción del pago por conservación de inventario forestal en las fincas y sectores rurales en Colombia, debe fortalecerse en la divulgación de la norma, el control y cumplimiento de las garantías de la misma, a fin de constituir un verdadero incentivo para la conservación y explotación de bosques por parte de los propietarios de tierras rurales⁴⁵.

El reconocimiento de la DAP negativa para la variable bosque puede conllevar a la toma de decisiones y acciones que van en detrimento del manejo eficiente o conservación del recurso, (como la tala indiscriminada y con ello alteraciones en la dinámica de los ecosistemas y biodiversidad que alberga la selva húmeda tropical), de manera que la información puede constituir un incentivo económico perverso.

Para contrarrestar estos escenarios, una alternativa de tratamiento a este problema sería la adopción de una política fiscal de conservación de coberturas de bosque, mediante el diseño de una tasa contributiva por deforestación (**impuesto**), aplicada a propietarios de predios agropecuarios, cuyo valor sea equivalente al costo de oportunidad, (por ejemplo, como el valor hallado en éste estudio, el impuesto puede ser de \$278,000.00 por cada hectárea de bosque natural que se deforeste), de forma que se logre compensar económicamente el impacto generado. También se pueden considerar otros instrumentos como los **subsidios** por conservación de bosque natural, pero habría que evaluar si en el largo plazo los resultados de la política son los esperados, o si esta medida se presta para tergiversar las acciones o los fines para los cuales se diseñó, y por lo tanto la política deja de ser eficiente y agrava la falla de mercado.

En general, las políticas de desarrollo agropecuario deben considerar las orientaciones de los Planes de Ordenamiento Territorial referentes al uso del suelo. Como refuerzo a la medida adoptada, se pueden considerar programas de sensibilización, concientización, y despliegue informativo a las comunidades de la región, sobre la pérdida de biodiversidad en los niveles de ecosistemas, paisajes, especies y material genético, entre otros impactos, como resultado de los efectos que podría tener el reemplazo de las coberturas.

⁴⁵Ley 299 de 1996, Artículo 14, establece que los Concejos municipales podrán exonerar del impuesto predial terrenos privados, que conserven adecuadamente vegetación natural y que tengan una extensión no inferior a cinco (5) hectáreas, o estén ejecutando un plan de manejo aprobado por una autoridad ambiental.

Los sistemas productivos agropecuarios de la región cuentan con incentivos otorgados de tipo fiscal y tributario, tales como la investigación y asistencia técnica, la distribución gratuita de plántulas y semillas, acceso a créditos, sustitución de cultivos ilícitos, la protección a la producción nacional y los planes de colonización dirigida y de reformas agrarias, descuento en el impuesto predial por conservación de vegetación y coberturas, entre otros. Si la DAP por las coberturas de bosque encontrada en este estudio fue negativa, habría que investigar si esta situación puede ser atribuible en alguna medida a los incentivos mencionados, que se convirtieron en incentivos perversos para la conservación de bosques y biodiversidad, dado que involuntariamente estimulan a los productores a incrementar las áreas en cultivos o pastos para la tecnificación del campo o introducción de actividades agropecuarias, las cuales requieren de la disminución de coberturas de bosque.

Para el Caquetá es importante que las políticas que se diseñen e implementen sean eficientes, a fin de armonizar el desarrollo económico con el medio ambiente en los frentes de colonización, zonas de ampliación de la frontera agrícola, donde cerca del 40% de las coberturas de bosque dentro de un predio se sustituyen cada diez años por cobertura en pasturas, lo cual evidencia el avance progresivo y los grados de intervención de las actividades económicas en las selvas amazónicas, CEGA (1992)⁴⁶.

Algunas recomendaciones en trabajos posteriores al presente, aunque deberán tener en cuenta las restricciones de costos para la obtención de la información, se debe procurar introducir otras variables específicas medibles con las que se pueda determinar DAP ante cambios en la calidad ambiental, (por ejemplo índices de contaminación) e introducir variables que midan y recojan información sobre los problemas de orden público (índices de gobernabilidad, u otras).

De igual forma se invita a realizar estudios mediante la aplicación de otras metodologías de valoración económica complementarias a los métodos indirectos, pero fundamentalmente, es conveniente que las nuevas investigaciones se enfoquen a presentar propuestas de diseño de políticas e instrumentos para corregir las distorsiones presentes en el mercado de tierras, a fin de lograr con éstos mecanismos precios eficientes.

⁴⁶ Según el Centro de Estudios Ganadero y Agrícola CEGA (1992).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCILA, O., GONZÁLEZ, G., GUTIÉRREZ, F., RODRÍGUEZ, A., & SALAZAR, C. (2000). Caquetá: Construcción de un territorio amazónico en el siglo XX. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI, Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá, Tercer Mundo editores.

BIN, O. & POLASLKY, S. (2004). Effects of flood hazards on property values: evidence before and after hurricane Floyd. *Land Economics*, November, p. 490-499.

BORRERO, O., GARCÍA, G., OCAMPO, L., OCHOA, F., REYES, G., ROBLEDO, W., et al. (2002). Valoración de predios agrarios. Ed. Primera. Bogotá D.C: Bhandar Editores Ltda.

CASTAÑO, L. (1999). La distribución de la tierra rural en Colombia y su relación con el crecimiento y la violencia. Tesis de magíster en Economía Ambiental y de Recursos Naturales, Facultad de Economía PEG. Universidad de los Andes, Bogotá D.C.

CARRIAZO, F. (1999). Impactos de la contaminación del aire en el precio de la vivienda: una valoración económica para Santa fe de Bogotá. Tesis de magíster en Economía Ambiental y de Recursos Naturales, Facultad de Economía PEMAR. Universidad de los Andes, Bogotá D.C.

CENTRO DE ESTUDIOS GANADERO Y AGRÍCOLA [CEGA], (1992). Amazonia colombiana, diversidad y conflicto.

CENTRO REGIONAL DE ESTUDIOS ECONÓMICOS BANCO DE LA REPÚBLICA [CREE]. (2003). Notas Económicas Regionales (Región Centro Sur). Bogotá, número 01 Noviembre de 2003.

CLAROS, J. (2001). Agenda Unitaria para el Caquetá, Gobernación del Caquetá.

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA [CEPAL]. (2003). Mercados de tierras agrícolas en América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.

CROPPER, M. (1988). On the choice of functional form from the hedonic price functions. *Reviews of Economics and Statistics*, vol . 70. 668-665.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE (2005). Producto Interno Bruto Departamental. PIB. http://www.dane.gov.co/inf_est/pib.htm.

DONOSO, G. & VICENTE, G. (2001). Caracterización hedónica de los precios de tierra agrícola en la región pampeana Argentina. Tesis de maestría en Economía Agraria. Departamento de Economía Agraria, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Plata. Buenos Aires.

ESPINOSA, J. (2001). La importancia del ordenamiento territorial en la integración, la competitividad y el desarrollo. Proyecto de profundización de la descentralización en Colombia. Col/99/002/DNP/PNUD. Bogotá.

FREEMAN, M. A. (1999). The Measurement of Environmental and Resource (III) Values. Theory and Methods. Resources for the Future, Washington D.C.

GARCÍA J., CIPAGAUTA, M., GÓMEZ, J., GUTIÉRREZ, A. (2002). Descripción, especialización y dinámica de los sistemas productivos agropecuarios en el área intervenida del departamento del Caquetá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Regional 10. Florencia, diciembre de 2002.

GÓMEZ, J. et al. (2001). Orientaciones para el ordenamiento y planificación de los recursos de la tierra de acuerdo con su aptitud de uso. (Programa Nacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria) Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA

GOYENCHE, A. (2003). Efecto de la erosión en el precio de la tierra y sus implicaciones de política. Caso de la cuenca Amaime-Nima El cerrito en el Valle del Cauca. Colombia.

GREENE, W. (1993). Econometric analysis. Second Edition. Macmillian Publishing Company. New York.

INSTITUTO AMAZÓNICO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS [SINCHI], (2001). Diagnostico de los sistemas productivos de la zona de colonización departamento del Caquetá y su impacto ambiental. Sede SINCHI Florencia.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI [IGAC], (1993). ENVIROMENTAL ASPECTS CONCERNING TERRITORIAL ORDERING IN WESTERN CAQUETA. Ed. Tropenbos, primera ed, tomo II, Colombia.

MARTÍNEZ, L. J. (2002). Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. Soil & Tillage research. Universidad Nacional de Colombia. Diciembre de 2002.

MENDIETA, J. (2001). Manual de valoración económica de bienes no mercadeables: Aplicaciones de las técnicas de valoración de bienes no mercadeables y el análisis costo beneficio y el medio ambiente. Uniandes, Bogotá

OSSA, M. (2004). Pautas para citar textos y hacer listas de referencia según normas de la American Psychological Association (APA). 2 ed. Bogotá.

PALMQUIST, R. (1989). Land as a differentiated factor of production: A hedonic model and its implications for welfare measurement. Land Economics.

PINDYCK, R. & RUBINFELD, D. (1995). Microeconomía. Prentice Hall, 5ta. Ed, España. P. 208-209.

PORRAS, O. (2001). La visión de desarrollo futuro en Colombia para el desarrollo territorial. Director Plan de Desarrollo Territorial. http://www.dnp.gov.co/ArchivosWeb/Direccion_Desarrollo_Territorial/Cons_Fut_Colom_Terri/PRESENTACION_OPORRAS.ppt

RAMÍREZ, A. (1998). Identificación de atributos que determinan los precios de los predios ganaderos en el departamento del Caquetá: Una aplicación de precios hedónicos. Tesis de magíster en Economía Ambiental y de Recursos Naturales PEMAR, Facultad de Economía. Universidad de los Andes, Bogotá, D.C.

ROSEN, S. (1974). Hedonic prices and implicit market: Product differentiation in pure competition. Journal of Political Economy, vol. 82, p. 35 – 55.

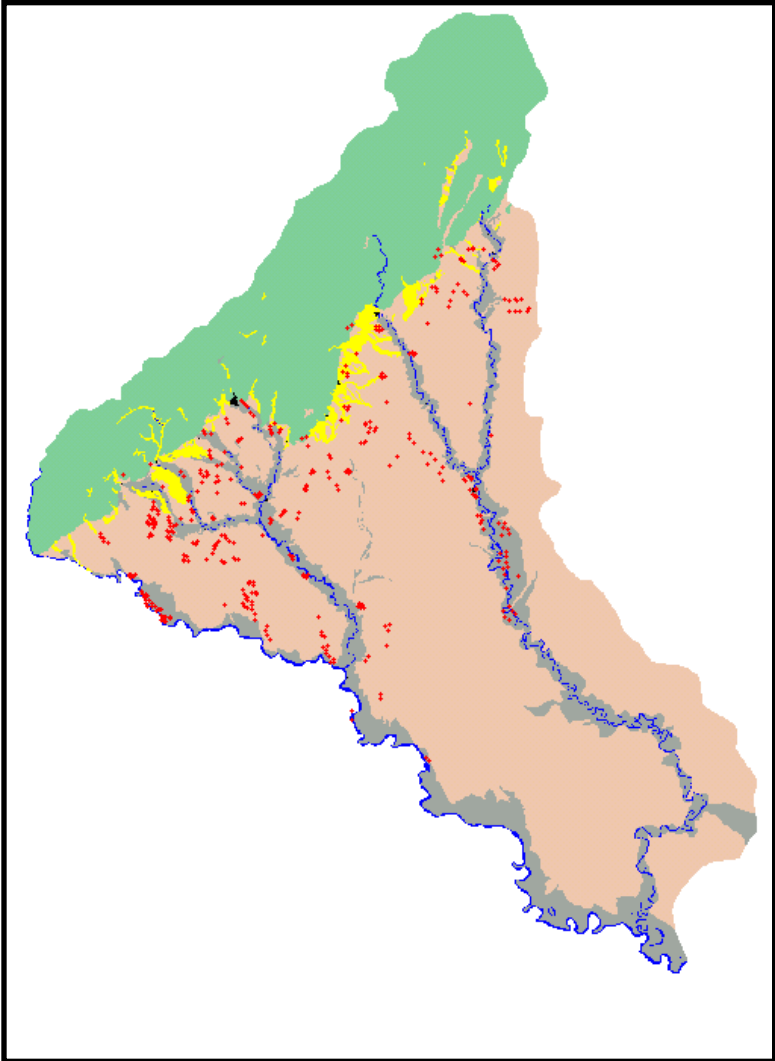
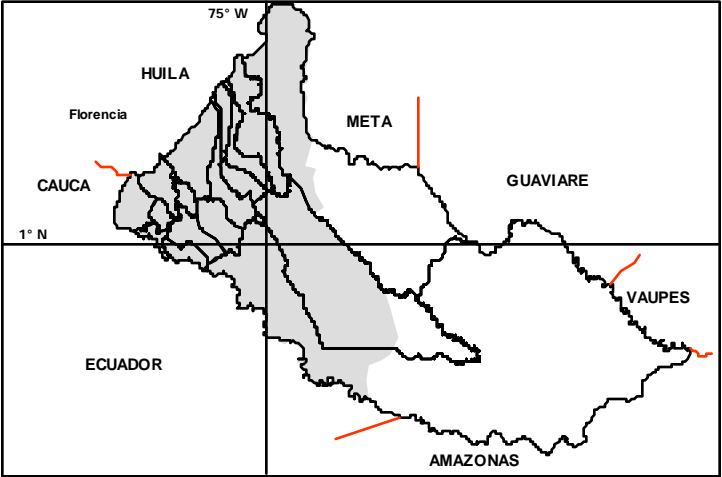
TEJO, P. (2003). Mercado de tierras agrícolas en América Latina y el Caribe: Una realidad incompleta, Comisión Económica para América Latina CEPAL. Santiago de Chile.

VOGELGESANG, F. (1998). Perspectivas sobre mercados de tierras rurales en América Latina: Tierra, mercado y estado. División del Medio Ambiente, Banco Interamericano de Desarrollo BID, Washington D.C.

ANEXOS

Anexo A. Mapa zona de colonización del departamento del Caquetá discriminado por unidad de paisaje.

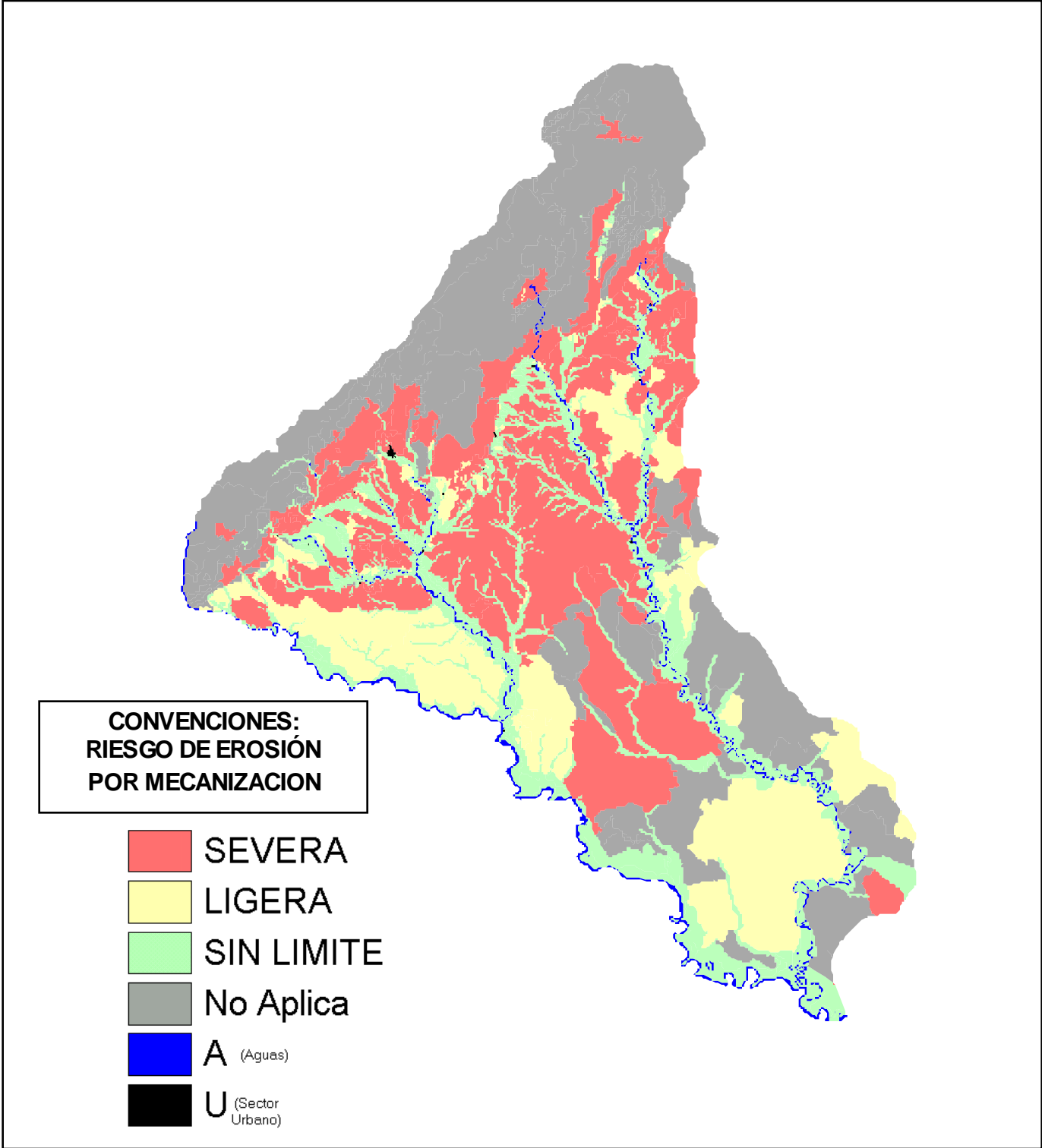
DEPARTAMENTO DE CAQUETA



Convenciones

- MONTAÑA
- PIEDEMONTE
- LOMERIO
- VALLES
- AGUA
- URBANO
- FINCA ENCUESTADA

Anexo B. Mapa zona de colonización discriminado por grados de erosión.

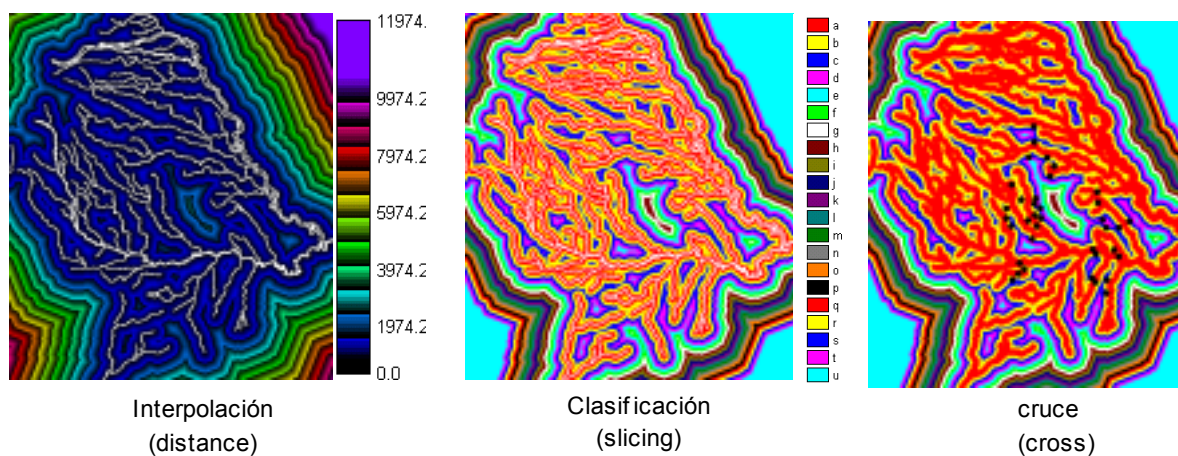


Anexo C. Procedimiento para determinar la disponibilidad de agua y el grado de erosión⁴⁷

Para realizar este procedimiento se hizo uso del software The Integrated Land and Water Information System (ILWIS 2.1- SIG); como insumos se requiere de las coordenadas planas de las fincas encuestadas, los mapas hidrográficos de cada uno de los municipios y el de localización geográfica de los predios encuestados, con los cuales se realizan las siguientes operaciones: A) Al mapa hidrográfico se le realiza una interpolación, que consiste en determinar la distancia que hay de un punto cualesquiera, al eje de los drenajes, para esto se usa el modulo "distance" del ILWIS. B) Luego al mapa obtenido en el paso anterior se clasifica (modulo "slicing"), según rangos de distancia predeterminados (ej. a:0-250m, b:250-500, etc.) con respecto al eje del drenaje y se genera un mapa de corredores o "buffer" y C) y por ultimo, se cruza o superponen (modulo "cross") el mapa de distancias clasificado y el mapa de localización geográfica de los lotes; y se determina la distancia a la que se encuentra el lote con respecto a la fuente de agua.

Se determinó que en promedio las fincas se alejan de una fuente de agua es de 500 metros, las fuentes mas lejanas se encuentran entre 1000 a 1500 metros; de allí se aplica una disponibilidad alta o media, debido a que no existe una categoría de baja disponibilidad, al menos para la muestra. Como ejemplo, en las gráficas se presentan los pasos para el municipio de Albania, Caquetá.

Gráfica 1. Imágenes del sistema de información geográfica ILWIS.



Fuente: Gutiérrez, 2005

⁴⁷ Datos obtenidos por el Investigador CORPOICA Regional 10 Caquetá Ingeniero Albert Julesmar Gutiérrez en el 2005 para elaborar éste estudio.

Para determinar el grado de erosión, se usa el mismo SIG que posee mapas de suelos de conformidad con el estudio del IGAC (1993) “*ENVIROMENTAL ASPECTS CONCERNING TERRITORIAL ORDERING IN WESTERN CAQUETA*”, y se califica el grado de riesgo de erosión de los suelos para cada uno de los paisajes de lomeríos y vegas, de la siguiente forma:

Tabla 1. Clasificación de suelos y del riesgo de erosión.

PASAJE	PENDIENTE	TIPO DE PASAJE (según la clasificación de suelos)
Lomerío	3 – 7 % (a) 7 – 12% (b) 12 – 25 % (d)	LUA LUB LUC LUD
Vega	0 - 3% (a) 3 – 7 % (b)	VUB VUG VUF VUE
RANGO DE PENDIENTE	FASE	GRADOS DE LIMITACIÓN RIESGO DE EROSION
0 – 3 %	a	Sin limitación
3 – 7 %	b	Sin limitación
7 – 12%	c	Ligero
12 – 25 %	d	Moderado
25 – 50%	e,f	Severo
Y > 50%	g	Severo

Fuente: IGAC, 1993

Por ejemplo una finca con tipo de suelo LUAA, se ubica en un paisaje de lomerío con una pendiente de 3 – 7%, tendrá un grado de erosión bajo, denominado “sin limitación”, para las actividades de mecanización (ganado y cultivos).

Anexo D. Determinación del tamaño de la muestra.

Para establecer el método de muestreo y el tamaño de la muestra requerido para la selección de los predios a encuestar con el propósito de tipificar y caracterizar los sistemas de producción predominantes en el departamento del Caquetá, se partió de la información obtenida del muestreo piloto, con el fin de ajustar el formato de encuesta y determinar el comportamiento de las principales variables para generar la tipología de los sistemas productivos. La zona de trabajo se dividió en seis (6) unidades biofísicas de acuerdo con la fisiografía y la cobertura utilizando la cartografía del proyecto. Estas unidades corresponden a los estratos que se utilizaron posteriormente en el muestreo.

Tabla 1. Distribución del número de predios estimados para cada uno de los estratos

Estrato	Unidad	Número de predios
1	Lomerío Pastos	7.830
2	Lomerío Cultivo	3.479
3	Lomerío P,C y rastrojo.	4.483
4	Montaña	7.720
5	Piedemonte	1.373
6	Vega	6.128
Total		31.013

Fuente: Instituto SINCHI.

La información del pre-muestreo permitió estimar la variabilidad del grupo de variables que se utilizaron para generar la tipología. De este grupo se seleccionó el área en pastos de cada predio, con el propósito de determinar el tamaño de la muestra. Esta variable es un buen indicador del nivel de intervención del bosque, la cual fue igualmente útil para la generación de la tipología. El método de muestreo corresponde al estratificado con afijación óptima, donde el tamaño de la muestra (número de predios) en cada estrato es directamente proporcional al producto del tamaño del estrato por su variabilidad medida por la desviación estándar. Inicialmente se estimó el tamaño total de la muestra, mediante la siguiente expresión:

$$n = (\sum W_h S_h)^2 / (V + (1/N) \sum W_h S_h^2),$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra.

W_h = Ponderación (peso relativo) del estrato.

= N_h/N = Número de predios de cada estrato / número total de predios.

S_h = Desviación estándar para cada estrato de la variable, área del predio en pastos.

V = $EE^2 / Z^2_{\alpha/2}$.

EE = Error de estimación.

$Z_{\alpha/2}$ = Valor Z (distribución normal estándar) de acuerdo con el valor del coeficiente de confianza.

Para establecer el tamaño de la muestra de acuerdo con la anterior expresión, se utilizaron tres (3) coeficientes de confianza (CC): 90, 95 y 99%, combinados con nueve (9) errores de estimación (EE): 2,3,4,5,6,7,8,9 y 10, que equivalen aproximadamente al intervalo entre 5 y 25% de la media general para esta variable (41.7 ha), con el propósito de generar un buen número de alternativas de discusión del equipo de trabajo. El número de encuestas dentro de cada estrato, se obtuvo mediante la siguiente expresión: $n_h = n(W_h S_h / \sum W_h S_h)$.

Tabla 2. Tamaños de muestra total y por estrato.

EE ha.	CC %	n TOTAL	TAMANO DE MUESTRA PARA CADA ESTRATO					
			LK	LP	LPCR	Montaña	Piedemonte	Valle o vega
4	90	440	139	52	66	49	9	125
4	95	620	197	73	93	68	13	177
4	99	1057	335	124	159	117	22	301
5	90	283	90	33	42	31	6	81
5	95	400	127	47	60	44	8	114
5	99	686	217	80	103	76	15	195

Fuente: Instituto SINCHI. LK son lomeríos cultivos, LP lomeríos pastos y LPCR son lomeríos pastos, cultivos y rastrojos.

En la tabla 2, se relacionan los tamaños de muestra total y para cada estrato, de acuerdo con diferentes errores de estimación (EE) y coeficientes de confianza (CC). Se seleccionó el tamaño de muestra correspondiente a 620 predios (fila azul), que permitiera hacer estimaciones con un error de 4 ha (aproximadamente el 10 % de la media del área en pastos, estimada para la zona de estudio) y un coeficiente de confianza del 95 %.

Anexo E. Regresión y salida en Limdep 7.0 para el modelo BCNR2

```

+-----+
| Box-Cox Nonlinear Regression Model
| Maximum likelihood estimator      Heteroscedasticity:W(i) = ONE
| Number of iterations completed = 35
| Dep. var. = PREC      Mean= 48.50313299 , S.D.= 70.59440114
| Model size: Observations = 391, Parameters = 13, Deg.Fr.= 378
| Residuals: Sum of squares= 128.1851090 , Std.Dev.= .57257
| Fit:      R-squared= .999934, Adjusted R-squared = .99993
|           (Note: Not using OLS. R-squared is not bounded in [0,1])
| Model test: F[ 12, 378] =*****, Prob value = .00000
| Diagnostic: Log-L = -336.7771, Restricted(b=0) Log-L = -2218.7721
|              LogAmemiyaPrCrt.= -1.083, Akaike Info. Crt.= 1.789
| Transformations: RHS = Lambda , LHS = Theta
| Elasticities have been kept in matrix EPSILON
| Log-likelihood accounting for the LHS transformation = -1554.73614
+-----+

```

Variable	Coefficient	Standard Error	b/St.Er.	P[Z >z]	Mean of X
Variables transformed by LAMBDA = .14039					
DIST	-.1677651164	.39745463E-01	-4.221	.0000	25.081841
TAMA	.6276513346	.14962167	4.195	.0000	102.83440
BOSQ	-.1644996223	.38031048E-01	-4.325	.0000	1.6872123
Variables that were not transformed					
PAIS	-.1428386724	.76499859E-01	-1.867	.0619	.67519182
PAME	.1753569732E-01	.81933244E-02	2.140	.0323	5.0256394
ADPE	.2082092470	.12576886	1.655	.0978	.66496164E-01
AGRO	.7736573907E-02	.33781137E-02	2.290	.0220	5.8528526
VIA	.3837527369	.10463904	3.667	.0002	.15856777
TIPI	.1650745464	.87933400E-01	1.877	.0605	.18158568
AGUA	-.7107897218E-01	.62329253E-01	-1.140	.2541	.61381074
EROLIG	.6444530531E-01	.86215326E-01	.747	.4548	.20971867
EROSEV	.8844835134E-01	.75281442E-01	1.175	.2400	.41432225
Constant	.6823559859	.36310559	1.879	.0602	
Variance and transformation parameters					
Lambda	.1403870540	.68451166E-01	2.051	.0403	
Theta	.8262796722E-01	.36646557E-01	2.255	.0242	
Sigma-sq	.3278391536	.84891650E-01	3.862	.0001	

Marginal Effects for Box-Cox				
Variable	Mean	Coeff.	Slope	Elast.
DIST	25.0818	-.1678	-.2785	-.1963
TAMA	102.8344	.6277	.3098	.8954
BOSQ	1.6872	-.1645	-2.7789	-.1318
PAIS	.6752	-.1428	-3.7830	-.0718
PAME	5.0256	.0175	.4644	.0656
ADPE	.0665	.2082	5.5143	.0103
AGRO	5.8529	.0077	.2049	.0337
VIA	.1586	.3838	10.1635	.0453
TIPI	.1816	.1651	4.3719	.0223
AGUA	.6138	-.0711	-1.8825	-.0325
EROLIG	.2097	.0644	1.7068	.0101
EROSEV	.4143	.0884	2.3425	.0273
ONE	1.0000	.6824	18.0719	.5080