

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA
DEL LAGO DE TOTA: Una Aplicación de la Metodología de Precios
Hedónicos.**

**ANA MILENA PLATA FAJARDO
JOHANNA ECHEVERRIA LONDOÑO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

2008

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL RECURSO HÍDRICO DE LA CUENCA
DEL LAGO DE TOTA: Una Aplicación de la Metodología de Precios
Hedónicos.**

**ANA MILENA PLATA FAJARDO
JOHANNA ECHEVERRIA LONDOÑO**

Trabajo de Grado para optar al título de Economista

Director:

Rafael Viana Barceló

Economista, Magister en Economía

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA**

2008

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
OBJETIVOS	
1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL LAGO DE TOTA.....	12
1.1. Problemática Ambiental.....	12
1.2. Economía Ambiental.....	15
1.3. Antecedentes.....	19
2. MARCO TEORICO.....	24
2.1. Mercado de Tierras.....	24
2.2. Valoración económica de bienes, servicios y recursos naturales.....	26
2.2.1. Método De Precios Hedónicos: Enfoque Indirecto De Valoración	28
3. MODELO EMPIRICO.....	30
3.1. Metodología.....	30
3.1.1 Muestra.....	32
3.1.2 Definición de Variables.....	33
3.1.3 Forma Funcional.....	34
3.2. Estimación y Análisis de Resultados.....	35
3.2.1 Resultados Obtenidos.....	37
3.3 Análisis Del Modelo Empírico Doble Log.....	40
3.3.1 Forma Funcional.....	40
CONCLUSIONES	
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS, ANEXOS Y GRAFICAS

	Pág.
Tabla 1. Métodos Directos e Indirectos de Valoración Económica	
Ambiental.....	27
Tabla 2. Muestra por Municipio.....	32
Tabla 3. Muestra por Zonas.....	32
Tabla 4. Estadística descriptiva variables continuas.....	35
Tabla 5. Estadística descriptiva Variables discretas.....	36
Tabla 6. Resumen de los resultados de cada uno de los modelos	
Especificados.....	38
Tabla 7. Función de precios hedónicos Doble-Log.....	41
Anexo A. Estimación del Índice de Escasez para el Lago de Tota.....	50
Anexo B. Propuesta de las unidades espaciales de planificación con énfasis en la ordenación y manejo de la cuenca del Lago de Tota.....	52
Anexo C. Tipo de Sistemas de Producción por Zonas.....	54
Grafica 1. Zonificación de la Cuenca del Lago de Tota.....	52
Grafica 2. Propuesta de las unidades espaciales de la Planificación con énfasis en la Ordenación y Manejo de la cuenca del Lago de Tota.....	52

RESUMEN.

Titulo: Valoración Económica del recurso hídrico de la cuenca del Lago de Tota:
Una aplicación de la metodología de Precios Hedónicos.¹

Autor (es): Johanna Echeverría L.
Ana Milena Plata F.²

El presente estudio pretendió valorar económicamente el recurso hídrico del Lago de Tota, buscando determinar el impacto que tiene el desabastecimiento hídrico del Lago, en el precio de los lotes agropecuarios productores de cebolla, los cuales ante un cambio en las condiciones de abastecimiento del recurso hídrico, pueden perder valor económico de sus lotes.

El estudio cuenta con un importante objetivo: obtener una estimación del beneficio económico que el recurso ambiental está ofreciendo a los mayores extractores de agua del Lago, los principales productores de cebolla en el país. La metodología para obtener el beneficio económico va a ser la valoración indirecta (Precios Hedónicos) del recurso hídrico. Esta metodología plantea que los bienes son heterogéneos y poseen un conjunto de características que determinan su precio, es decir, que el precio del bien es un agregado de los precios individuales de las características. Para el caso de los Lotes agropecuarios existe una relación entre el precio del lote y los atributos tanto estructurales como ambientales de este. Los resultados obtenidos por la investigación determinaron que la disponibilidad de agua (variable ambiental utilizada en el modelo), es la variable que mayor incidencia tiene en la determinación del precio del Lote. Todo esto se llevo a cabo con base en información obtenida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Corporación autónoma de Boyacá

Palabras claves: Economía ambiental, Valoración económica ambiental, Precios Hedónicos, Lago de Tota.

Clasificación JEL: Q25, Q20

¹ Proyecto de grado.

² Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Humanas; Escuela de Economía y administración.; Director Rafael Viana Barcelo

ABSTRACT

TITLE: Economic Valuation of the Hidric Resource in the basin of Tota Lake:
An Application of The Methodology of Hedonic Prices.³

AUTHOR (S): Johanna Echeverría L.
Ana Milena Plata F.⁴

The present study tried to value economically the water resource of Tota's Lake, founding to determine the impact that has the water shortage of supplies of the Lake, in the price of the agricultural farming producing lots of onion, which before a change in the conditions of supply of the water resource, can lose economic value of its lots.

The study possesses an important aim: to obtain an estimation of the economic benefit that the environmental resource is offering to the major extractors of water of the Lake, the principal producers of onion in the country. The methodology to obtain the economic benefit is going to be the indirect valuation (Hedonic Prices) of the water resource. This methodology raises that the goods are heterogeneous and possess a set of characteristics that determine its price, that is to say, that the price of the good is an attaché of the individual prices of the characteristics. For the case of the agricultural farming lots a relation exists between the price of the lot and the both structural and environmental attributes of this one. The results obtained by the research determined that the water availability (environmental variable used in the model), it is the variable that major incident has in the determination of the price of the Lot. All that I carry out with base in information obtained by the Geographical Institute Agustín Codazzi, Boyacá's autonomous Corporation.

Key words: Environmental economy, economic and environmental assessment, hedonic prices.

JEL Classification: Q25, Q20

³ Work of degree.

⁴ Industrial University of Santander, Faculty of Human Sciences; School of Economic and Business; Director Rafael Viana Barcelo

INTRODUCCION

“Las relaciones entre economía (administración de la casa) y ecología (conocimiento de la casa), no han sido lo equilibradas que hubiera sido deseable”
(Azqueta, 2005)⁵

El agotamiento del recurso hídrico hoy en día es una de las mayores preocupaciones de la comunidad mundial. Los economistas no han sido ajenos a esta problemática, es por esto que en los últimos años han desarrollado todo un andamiaje teórico y metodológico, por medio del cual tratan de investigar y solucionar la problemática mencionada. La corriente económica teórica más destacada es la Economía Ambiental (EA) o de los recursos naturales, la cual contempla diferentes metodologías para abordar el problema, metodologías que comparten un objetivo en común, que es el de investigar y ofrecer soluciones eficientes a la problemática con el fin de maximizar los beneficios para la sociedad como un todo, a la vez que permita regular el uso racional de los bienes ambientales.

En Colombia el agotamiento de los recursos hídricos se puede observar en el Lago de Tota (LT) en el departamento de Boyacá. Según Ricaurte (2005), la cuenca tiene un sinnúmero de problemáticas relacionadas con el uso indiscriminado e irresponsable del agua. Este ejemplo se hace mas relevante debido a que el LT representa una de las cuencas mas importantes de América Latina, siendo la principal fuente hídrica de 400.000 usuarios indirectos que consumen agua, más de 100 industrias de la región⁶, a la vez que se utiliza para el riego agrícola.

⁵ Esta frase de Diego Azqueta, catedrático de la Universidad de Alcalá de Henares significa que el crecimiento económico se ha conseguido a costa del entorno ambiental

⁶ Como el caso de Acerías Paz del Río, y Cementos Boyacá unas de las industrias más importantes del país, encargada de explotar y transformar los minerales de hierro, caliza y carbón en productos de acero y los derivados del proceso siderúrgico para su comercialización y uso a nivel industrial, metalmecánico, construcción y agrícola.

Se debe resaltar que la principal actividad económica que se realiza en la cuenca es el cultivo de cebolla, siendo ésta la práctica que más agua consume. Por tal motivo, se puede considerar en este caso, una gran evidencia de externalidad negativa en el Lago de Tota (LT), donde el desabastecimiento hídrico producido por los cebolleros, genera un impacto negativo en el bienestar de los demás habitantes y consumidores de agua de la zona, ocasionando deterioro ambiental.

Con la metodología de los precios hedónicos se pretende realizar una valoración económica del recurso hídrico del Lago de Tota. Mediante esta técnica se asignará un valor económico, como medida de la utilidad que brinda el Lago para las personas.

Después de todo, lo que realmente se quiere determinar, es el impacto que tiene el desabastecimiento del Lago en el precio de las fincas cebolleras ubicadas en la cuenca del Lago de Tota. El estudio empleará fuentes de información nacionales como Corpoboyaca (Corporación Autónoma Regional de Boyacá), el IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) e instituciones educativas como la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC); todo con el fin de estructurar el escenario de valoración incluyendo variables como cantidad de predios cebolleros, tamaño, distancia del lote al Lago, infraestructura de los lotes, variación del nivel del lago, entre otras; las cuales serán determinantes a la hora de valorar económicamente los lotes ante un cambio en el recurso hídrico del Lago. Se espera que el resultado de este trabajo muestre, la evidencia de un impacto negativo del desabastecimiento del Lago, en el precio de los lotes agropecuarios ubicados en la cuenca del Lago de Tota.

El estudio comprende tres capítulos. En la primera parte se mostrará cómo la Economía Ambiental (EA) ha intentado responder a esta problemática, a la vez que se muestran diferentes estudios que nos darán la metodología apropiada a usar. En el segundo capítulo se darán a conocer los objetivos junto con el marco teórico utilizado, así mismo se hará una descripción del área de estudio. El tercer capítulo se presenta el modelo empírico, donde se describe la metodología, las variables que componen el modelo propuesto y el análisis de resultados. Finalmente la cuarta parte presenta las conclusiones y recomendaciones conforme a los resultados.

OBJETIVOS

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 los lotes cebolleros pertenecientes al área de influencia del Lago de Tota (Aquitania, Oriental + islas, Olarte, Cuítiva, Hatolaguna).

Con los resultados de este estudio se espera conocer la relación entre el valor económico de los predios agropecuarios y los atributos ambientales. Con ello se estimaran los beneficios económicos generados por las mejoras en la calidad ambiental y en los sistemas productivos, derivados de los incrementos en los precios de las tierras.

Objetivos Específicos.

- a) Identificar los atributos ambientales, características de los sistemas productivos, atributos estructurales y económicos que determinan el precio de los precios agropecuarios aplicando la metodología de precios hedónicos.
- b) Encontrar la función de precios hedónicos adecuada, teórica y estadísticamente a los datos observados mediante el uso de Softwares econométricos.
- c) 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)
- d) Comprobar si las características de los sistemas productivos, así como los atributos económicos influyen en el valor económico de los predios (respaldados en la relevancia estadística y teórica de los atributos ambientales dentro del modelo propuesto)
- e) Determinar y analizar la disponibilidad marginal a pagar (DAPMg) por cada uno de los atributos que determinan el precio de los lotes agropecuarios.

1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DEL LAGO DE TOTA

1.1 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.

Desde el punto de vista de la EA, el problema del agotamiento de los recursos hídricos y en general los problemas asociados al inadecuado manejo del medio ambiente, han sido atribuidos, en la mayoría de los casos, a la ausencia de un valor monetario que represente las preferencias de la sociedad por los flujos de bienes y servicios que las fuentes hídricas proveen. En cuanto a lo anterior, el valor monetario se ha podido medir mediante metodologías cuantitativas y analíticas que determinan el impacto de los atributos ambientales en la economía

En cuanto al agua, el marco analítico de la EA no la considera estrictamente un sector en razón de su presencia generalizada en muchos otros sectores, la expresión “sector de los recursos hídricos” es el termino acuñado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y se refiere a la:

...parte del ciclo hidrológico que cumple las funciones generales, económica, sociales y de sustento, comprende los grandes cuerpos de agua superficie y subterránea, tales como ríos, marismas, lagos y acuíferos, y no tiene en cuenta la precipitación, la evaporación o la infiltración. (García, 1998, p.5).

Ahora bien para identificar la problemática existente, la EA hace una clasificación de los valores del sector de los recursos hídrico en: Uso y no uso⁷, para definir las actividades concretas y el punto focal de valorización. El riego y drenaje, el abastecimiento de agua potable, el saneamiento y el transporte de desechos por agua, la energía hidroeléctrica, la navegación, la pesca, la recreación y el turismo, la

⁷ Más adelante se explicará con detalle el concepto de esta clasificación.

conservación de la naturaleza, son algunos ejemplos de las diferentes actividades que puede llegar a tener el sector de los recursos hídricos.

Sin embargo, la utilización del agua no es una constante a nivel mundial, ella varía según el país y según el subsector, en algunos países grandes como México, el 64% de la utilización corresponde a la producción de energía y el 29% a la agricultura, mientras que en países pequeños como El Salvador, predominan los usos agrícolas. (García, 1998, p.9).

El agua extraída para enfriar plantas de energía térmica o para uso doméstico o industrial normalmente es devuelta aguas abajo sin que se pierda mucha cantidad, si bien la calidad cambia considerablemente, ocasionando una de las principales causas de morbilidad y mortalidad de América Latina y el Caribe⁸. En cambio la mayor parte del agua extraída para fines agrícolas se evapora o transpira a la atmósfera y, por lo tanto, desaparece temporalmente como fuente de abastecimiento.

Se evidencia de esta manera, una necesidad de hallar respuestas adecuadas acerca de la eficiencia económica, para la continuidad y la sostenibilidad ambiental de los recursos hídricos ya que las cuencas representan uno de los principales insumos para los procesos productivos y la continuidad de las especies.

En Colombia el agotamiento de los recursos hídricos se puede observar en el Lago de Tota (LT), ubicado en el departamento de Boyacá, según Ricaurte (2005), la cuenca tiene un sinnúmero de problemáticas relacionadas con el uso indiscriminado e irresponsable del agua. Este ejemplo se hace más relevante debido a que el LT representa una de las cuencas más importantes de América Latina, siendo la principal fuente hídrica de 400.000 usuarios indirectos que consumen agua, más de 100 industrias de la región⁹, a la vez que se utiliza para el riego agrícola.

⁸ “En promedio por cada volumen de agua usada (para fines domésticos e industriales) que es devuelto a los cuerpos receptores, la contaminación hace a perder de 8 a 10 volúmenes equivalentes de agua natural, con lo que se necesitan cuantiosas inversiones para reponer su calidad”. García, 1998, *Manejo integrado de los recursos hídricos de América Latina y el Caribe*. p.10.

⁹ Como el caso de Acerías Paz del Río, y Cementos Boyacá unas de las industrias más importantes del país, encargada de explotar y transformar los minerales de hierro, caliza y carbón en productos de

En general, el LT es una importante fuente de abastecimiento para la población, no solo del casco urbano, sino de las veredas aledañas. Los municipios de Sogamoso, Aquitania, Cuítiva y Tota tienen como principal fuente para su abastecimiento el agua del Lago. Siguiendo este estudio, los principales problemas de la cuenca son el inadecuado servicio del acueducto, dándole prioridad al uso agrícola más que doméstico, además de que el agua para consumo humano carece de tratamiento. (Ricaurte, 2005)

La principal actividad agrícola de las zonas de influencia del LT es el cultivo de cebolla, que intensifica la utilización de agroquímicos y la disposición inadecuada de los residuos de pelaza y es la práctica que más agua consume. Por tal motivo, se puede considerar en este caso, una gran evidencia de externalidad negativa en el LT, donde el desabastecimiento hídrico producido por los cebolleros, genera un impacto negativo en el bienestar de los demás habitantes y consumidores de agua de la zona, ocasionando deterioro ambiental.

Así pues, el problema fundamental en síntesis, radica en que no existen mecanismos apropiados que aseguren el rendimiento de la cuenca, según Azqueta (1994), los países no logran encontrar estos mecanismos para la conservación y sostenibilidad de las cuencas a causa de las fallas del mercado, de la ausencia de derechos de propiedad sobre el medioambiente y sobre todo ante la falta de información sobre las cuantías económicas de estos impactos¹⁰.

Debido a la relevancia del problema, el trabajo se aborda desde la teoría de la valoración económica de bienes, servicios ambientales y recursos naturales enmarcada en la EA. Se realizará un estudio de valoración económica del recurso hídrico del LT con el fin de establecer la influencia que la cuenca tiene en los mayores consumidores de agua: los productores cebolleros. Esta influencia estará determinada extrayendo el precio implícito del recurso hídrico en el establecimiento de los precios de transacción de los lotes cebolleros en el mercado.

acero y los derivados del proceso siderúrgico para su comercialización y uso a nivel industrial, metalmecánico, construcción y agrícola.

¹⁰ El concepto de este tipo de problemas se mostrará más adelante.

La hipótesis central de esta metodología subyace en que los lotes son un bien heterogéneo, cuyo beneficio para los productores depende de la utilidad que brinda cada una de las características estructurales (área, distancia al lago, vías) y atributos ambientales (Índice de escasez del Lago, disponibilidad de agua en los Lotes), en otras palabras que el precio de los lotes es un agregado de los precios individuales de sus características.

El uso de este método permitirá encontrar valores cuantitativos de gran utilidad; como por ejemplo, la disponibilidad marginal a pagar (DAPMg) de los productores de cebolla por las características y atributos intrínsecos de los lotes y las elasticidades de cada una de las características y atributos respecto al precio. Estas cuantificaciones se harán con base en ciertos parámetros y utilizando variables o características comunes al método de valoración económica de precios hedónicos, que permitan explicar el comportamiento del precio de los lotes cebolleros y principalmente la incidencia de la variable ambiental Índice de escasez del Lago, en el precio de estas.

1.2 ECONOMÍA AMBIENTAL

Según el departamento de consultoría *Environmental Resources Management*¹¹, la EA identifica la problemática existente, analiza el estado actual de los recursos, para generar estrategias de acción en pro de la mitigación de impactos o potencialización de oportunidades, en el ámbito social, ambiental y económico.

¹¹ Environmental Management Systems, 20 de Junio de 2008, <http://www.erm.com/ERM/SVC/EMS.NSF>

Para identificar el problema la EA hacía una distinción entre los valores de uso¹² y los valores de no-uso¹³, estos valores especifican qué subsector de los recursos hídricos esta siendo más desprotegido. Como mencionó anteriormente Ricaurte (2005), es el desabastecimiento de la cuenca (en gran parte por el uso indiscriminado por parte de los productores de cebolla), la mayor problemática del recurso.

Así, con esta información se hace conveniente clasificar las causas que originan el desabastecimiento. “*Los problemas de la eficiencia en el manejo de los recursos hídricos, así como otros bienes ambientales se pueden clasificar en: externalidades, libre acceso, interés público y la escasez*” (Castiblanco, 2005, p.11). Estos problemas se presentan debido a que históricamente los recursos de uso común como los recursos hídricos no han sido considerados en la economía.

- **Externalidades:** Se dice que hay efectos externos, ya se trate de un costo o de un beneficio, cuando lo que haga una de las partes afecte al bienestar de una segunda y para la primera no suponga ventaja alguna tener en cuenta este efecto y modificar su comportamiento en la forma que corresponda. Se trata de una situación puramente asimétrica. El que sufre el efecto externo no puede hacer nada para mitigarlo. Como ejemplo de efecto externo se puede

¹² Los valores de uso: Se refiere a los valores que la gente obtiene por el uso del recurso de la cuenca hidrográfica. Directamente con el ecosistema, como puede ser el consumo de agua, pescado y leña; o el uso indirecto, como pueden ser los valores obtenidos del transporte de agua, recreación y turismo. Hay valores de uso que no provienen del uso actual directo o indirecto del recurso, estos pueden referirse a su contribución a la cultura y el patrimonio y/o a mantener la diversidad biológica. Otra forma peculiar de valor de uso es el valor de opción, el cual se refiere al valor de mantener abierta la opción de utilizar un recurso en el futuro, esto podría aplicarse a, por ejemplo, el represamiento de un río, sería posible argumentar, si es que existiera incertidumbre con respecto a algunos impactos del proyecto, que vale la pena retrasar la decisión hasta que se conozca la verdadera magnitud de estos. (ERM & DFID, 1997, p.16)

¹³ Valores de no uso: Aunque los individuos no utilicen un recurso, es posible que este sea valioso para ellos. Este valor tiene dos formas. La primera es un valor de legado, es decir el deseo de que las futuras generaciones gocen de una cierta dotación de recursos naturales. La segunda es el valor de existencia, que se asocia simplemente con el conocimiento de que el recurso existe. Algunos autores no diferencian estos dos conceptos y se refieren al agregado de ambos como valor de existencia. El valor de existencia es independiente de los planes que tenga el individuo de utilizar el recurso en el futuro y se basa principalmente en el altruismo. Un caso típico de valor de existencia es el bienestar que un individuo deriva de saber que las ballenas existen, aunque posiblemente nunca vea una. (ERM & DFID, 1997, p.16)

mencionar la contaminación del recurso hídrico debido a la incorporación de gallinaza y por la escorrentía de productos químicos, que generan un incremento en los nutrientes de la cuenca, originando problemas de eutrofización y de esta manera aumentando la presencia de elodea (Planta acuática considerada maleza para las cuencas). Este problema se recarga para toda la comunidad y no solo para el que contamina.

- **Libre acceso:** se dice que existe un problema de libre acceso cuando el acceso al uso del recurso está abierto a todos y la tasa de utilización de ese recurso afecta a la cantidad que puede utilizarse. Los problemas de libre acceso son simétricos porque cada usuario da lugar a un costo que se distribuye entre todos los usuarios, él inclusive. Sin embargo el costo que recae para un usuario es bajo en relación con el costo total impuesto a todos y, por lo tanto, ningún usuario tiene en cuenta cabalmente las consecuencias de sus actos. Como ejemplo cabría mencionar el desabastecimiento de la cuenca debido al uso indiscriminado por parte de los productores de cebolla, sumado a la desprotección de la rivera del Lago de Tota, debido a la expansión de cultivos por parte de los productores de cebolla de rama.
- **Interés Público:** se dice que existe un problema de interés público cuando hay que proporcionar a todos un determinado bien en partes iguales. Nadie puede quedar excluido de su consumo y el costo que entraña proporcionarlo a uno equivale al de proporcionarlo a todos. El problema consiste en que probablemente la oferta de esos productos sea insuficiente porque nadie se va a comprometer a producirlos en vista de que no pueden retenerse y, por lo tanto, no pueden venderse para lograr una utilidad. Es el gobierno quien debe proporcionar estos bienes, si bien generalmente es imposible determinar cuanto habría que producir porque nadie tiene que pagarlos y, de esta manera, determinar cuanto vale el bien para esa persona. Cabría mencionar como ejemplo los problemas relativos a la desaparición de la fauna debido a la

expansión de la frontera agrícola, o a la deforestación a la cual se le atribuye la erosión de los suelos.

- **Escasez:** existe un problema de escasez cuando la demanda de los usuarios de un bien es mayor que la cantidad disponible a determinado precio. Para resolver la escasez, los mercados económicos permiten la competencia, de manera que quienes tengan más poder adquisitivo y para quienes el recurso sea más valioso pagarán más por él que otros. A fin de salvaguardar los sectores de bajos ingresos de la sociedad y de preservar las necesidades ecológicas, por lo general son instituciones sin fines de lucro, como el gobierno o los comités de cuencas fluviales, las que se ocupan del efecto negativo sobre el ingreso real que estos problemas ocasionan para los pobres.

Si los mercados, las políticas y las instituciones no son capaces de asignar los recursos de manera óptima cuando se trata de una cuenca hidrográfica, es posible argumentar a favor de brindar incentivos económicos que eliminen esas distorsiones. Cuando se considera soluciones potenciales a las dificultades asociadas con proveer un nivel "socialmente óptimo" de protección de cuencas es muy importante expandir la discusión de los distintos sistemas de manejo para que estos incluyan todo el rango posible. Entre estos encontramos:

- Propiedad privada, con fines de lucro.
- Propiedad pública, áreas protegidas como Parques Nacionales.
- Sistemas mixtos públicos/privados: propiedad privada con incentivos como impuestos, subsidios.
- Propiedad común manejada por grupos colectivos de propietarios y residentes en la cuenca.
- Manejo privado de organizaciones sin fines de lucro.

Independientemente de cual de estos regímenes se aplique, la existencia de algún tipo de compensación financiera, o transferencia de recursos, como pago por los

beneficios extra-mercado que brindan las cuencas, aumentaría sustancialmente las probabilidades de éxito de las actividades de conservación.

Sin embargo, antes de pensar en la aplicación del cualquier régimen que otorgue mayor eficiencia a los recursos naturales y elimine las distorsiones innatas que presenta, se hace necesario (partiendo de que tomar decisiones implica evaluación) establecer la influencia que el recurso presenta en la economía. De esta manera, la EA mediante técnicas de valoración económica logra captar este efecto, dentro de las corrientes se pueden mencionar entre otras: metodología de precios contingente, costos de viajes, función de daños, función de producción de salud y precios hedónicos¹⁴. Cada una de estas técnicas depende del bien o recurso a valorar y de lo que se desea obtener; a continuación se mencionaran los principales estudios en el LT, así como un esbozo de las técnicas mas usadas en la valoración económica del recurso hídrico.

1.3 ANTECEDENTES

La importancia de la Cuenca del LT en la región, ha despertado interés en la elaboración de innumerables estudios, tales como planes de manejo integral, biodiversidad, diagnósticos interdisciplinarios, estudios hidrográficos, estudios agrícolas, entre otros. La mayoría de los estudios fueron elaborados por destacadas instituciones en la región, como la Universidad Pontificia Javeriana UPJ, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC y la Corporación Autónoma Regional CORPOBOYACA. Dada la relevancia en cuanto al desabastecimiento del recurso hídrico del Lago, se presentan a continuación algunos estudios relacionados con el tema.

El primer estudio: “Investigación Hidrogeológica de la Cuenca del Lago de Tota” (1988), fue una investigación elaborada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica

¹⁴ Se hablara con mas detalle de las distintas metodologías en el segundo capitulo.

de Colombia, UPTC, y se asocia principalmente al descenso en el nivel del lago y el exceso en el balance hídrico, sugiriendo la presencia de flujos subterráneos importantes. El estudio concluye, que existen pérdidas estimadas en 500lps¹⁵ correspondientes a fugas en el subsuelo. Se identifican dos zonas de fugas, una zona centro occidente en donde afloran manantiales permanentes con régimen permanente y la zona aledaña al Túnel, aunque en esta se sugiere que además pueden provenir las fugas de las acequias.

“La reglamentación de las aguas derivadas del Lago de Tota a través del túnel de Cúltiva” fue otra investigación elaborada por la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (2005), donde se estudió la evolución histórica de la oferta hídrica de la cuenca, evaluando al mismo tiempo parámetros morfométricos, climatológicos e hidrográficos; la finalidad de este estudio fue la georeferenciación de los predios del área del LT para obtener la cartografía de la cuenca, además de ello, se incluyó la demanda hídrica en términos de calidad y cantidad. Este estudio merece importancia debido a que proporcionará información relevante sobre la cantidad de agua usada por cada predio, también aportará aspectos relacionados con el diagnóstico del estado actual de las estructuras de derivación y control de agua del lago.

Tal como se ha podido establecer, existen algunos estudios que permiten ratificar la importancia del Lago de Tota, a la vez que sugieren la preocupación de la comunidad y de las entidades gubernamentales respecto a las condiciones para el adecuado manejo de la cuenca, sin embargo, hasta la fecha no existen estudios que valoren realmente el beneficio económico que representa el recurso hídrico en la comunidad.

Así pues, el estudio de valoración económica adquiere importancia frente a todos los trabajos presentados anteriormente, en cuanto a que, la primera valora el beneficio económico de los recursos naturales en el precio final del bien A la vez que permite crear indicadores de gestión e impacto ambiental, que muestran a los usuarios del recurso natural, la importancia de mantener en condiciones favorables el recurso

¹⁵ Litros por segundo, medida del agua.

hídrico del LT, haciendo necesario el uso racional del agua, para poder garantizar la oferta hídrica a largo plazo.

Bajo las diversas problemáticas ambientales evidenciadas en los últimos años, en el marco de la EA y de recursos naturales se han elaborado un sinnúmero de estudios sobre los recursos hídricos en el mundo; la principal contribución de esta nueva corriente (EA) ha sido la valoración económica de los recursos ambientales y naturales. En lo referente a la literatura sobre valoración del agua, se encuentra que existen diferencias tanto en la metodología utilizada como en los resultados.

Hoy en día se está utilizando la valoración indirecta de los Recursos. Destacándose especialmente la metodología de precios hedónicos, que permite medir los efectos de las características medio ambientales (bienes no mercadeables) en la consolidación del precio de un lote.

El método de los precios hedónicos postula que la presencia de un determinado bien ambiental o recurso natural afecta al precio de bienes con transacciones observables en el mercado. El incremento (decremento) en el precio del bien con transacciones observables asociado a la presencia (ausencia) de la característica ambiental o natural se considera una aproximación al valor de dicha característica. La teoría de los precios hedónicos analiza la relación entre el precio de un producto intercambiado en un mercado y las características que posee¹⁶.

Entre los diversos estudios que han utilizado esta técnica se encuentran el de “*Estimación del valor del regadío a partir del precio de la tierra*” realizado por Carlos Arias a través de la Universidad de León (España). El autor, calcula el valor del regadío en la provincia de León a partir de datos de precios de la tierra desagregados por aprovechamiento y comarca. Para ello uso un modelo econométrico de precios hedónicos que le permitió calcular los precios medios de la tierra asociados a los aprovechamientos de secado y de regadío. Arias, encontró que la diferencia

¹⁶ Bibliografía Precios Hedónicos. (s.f.). Enfoque indirecto de valoración Recuperado el 28 de marzo del 2008, de: economia.uniandes.edu.co/.../8177/40072/file/t9faHandbook%20Econ%20Val%20-%20Chapter%208%20-%202005.pdf

entre los precios de los lotes está dada por la valoración del regadío que hacen los comparadores potenciales. El objetivo principal que se persiguió en el estudio fue el de encontrar la estimación del valor del regadío a partir del precio de la tierra considerando al regadío como una característica de la tierra.

Por su parte Gili D. (2005), realizó un estudio titulado “*Estimación de la demanda de agua en la cuenca del Aconcagua*” en el que también utilizó la metodología de los precios hedónico. En dicha investigación, se analizó los factores que influyen en la determinación del precio de los derechos por uso de agua en la cuenca, en la misma se planteó la hipótesis que el valor del derecho de aprovechamiento del agua está en función de variables como: Volumen del derecho de aprovechamiento del agua, asociación de la tierra, actividad del comprador y vendedor, características de calidad, entre otras. El estudio concluye que los derechos por el aprovechamiento de agua son bienes heterogéneos que dependen de diversos factores tales como el año de la venta, la sección en la que el derecho del uso del agua se resolvió, número de acciones, actividad del vendedor y comprador, entre otros.; del mismo modo concluye que los precios del aprovechamiento de agua disminuyen a lo largo del río y que aquellas actividades que tienen mayor rentabilidad agregarán un mayor valor al precio del agua.

Para el caso Colombiano, sobresale un trabajo de grado de maestría de la Universidad de los Andes llamado “*Valoración económica de los predios agropecuarios en paisajes de lomerío y vega en la zona de colonización del Caquetá: (una aplicación de metodología de precios hedónicos)*”. Este estudio buscó 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 de Caquetá, ubicados en dos unidades mayores de paisajes: Lomerío y Vegas del río. Esta investigación tuvo como objetivo evidenciar qué tanto las variables ambientales como las características de los sistemas productivos explican el precio de las fincas agropecuarias, además se buscó conocer la disponibilidad marginal a pagar por cada uno de estos atributos. Esta clase de estudios es importante para la investigación ya que proporciona algunas ideas para la búsqueda de variables a utilizar en el modelo.

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

Retomando la problemática del estudio, desafortunadamente "...la actividad agropecuaria en la cuenca del LT se ha desarrollado de manera extensiva, sin ninguna norma que regule el uso de los recursos naturales y que tenga en cuenta la función que cumplen estos recursos para la comunidad" (Villegas, 2005, p.3).

Además, hasta el momento la cuenca del LT no cuenta con estudios de valoración económica que midan el impacto que tiene el desabastecimiento hídrico sobre la valoración de los predios cebolleros. La ausencia de estos estudios genera la falta de indicadores ambientales más eficientes en la economía.

A pesar de la falta de información en cuanto a estudios de este tipo tanto en la zona como en Colombia, los estudios anteriormente mencionados, sirvieron de guía para estructurar la metodología que se utilizará, algunas variables para incluir en el modelo, además de tener presente que la valoración económica por precios hedónicos ofrece aproximaciones a los valores de los bienes ambientales pudiendo obtener la influencia del bien ambiental en la determinación de los precios de los lotes.

La *valoración económica del recurso hídrico del LT* podría ser el primer paso para generar indicadores ambientales que permitan explicar como cambian los fenómenos que se miden en un periodo de tiempo y a la vez evaluar los cambios e impactos en el estado y calidad de los recursos naturales. Esta también representará una fuente de información a la hora de establecer los impuestos pagados por los propietarios a al igual que las tarifas a cobrar por el uso del recurso por parte de los propietarios de los lotes.

2. MARCO TEORICO

2.1 MERCADO DE TIERRAS: MÉTODO DE VALORACIÓN PRECIOS HEDÓNICOS

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 en los precios de mercado. Una de las opciones para lograr mercados de tierra eficientes es la identificación de factores determinantes de sus precios (Tenjo, 2003). La distorsión de los precios es atribuida específicamente a problemas de tenencia, derechos de propiedad no definidos, efectos de políticas sectoriales, fallos de información y el conflicto social, adicionalmente los precios de la tierra rural no reflejan ni toman el valor de los servicios y externalidades ambientales. Este mismo panorama se refleja en el mercado de lotes cebolleros en el área de influencia del LT.

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 política¹⁷. Los precios hallados en el estudio son precios en equilibrio, donde se logra maximizar el bienestar social generado al momento de efectuarse la transacción en el mercado¹⁸.

Si los precios se encuentran por debajo del equilibrio, el recaudo de impuestos del gobierno disminuirá, al igual que la inversión hacia sectores menos favorecidos, por otro lado si los precios se encuentran por encima del equilibrio habrá pérdidas de eficiencia en la medida que se reducen los excedentes para consumidor y productor.

¹⁷ Por ejemplo, un impuesto agrava más la situación en vez de corregirla.

¹⁸ Bajo el supuesto de que en la compra de una tierra, compradores y oferentes maximizan el excedente.

Hoy en día los estudios existentes solo enfatizan en la tipificación y caracterización de los sistemas productivos, dirigidos a conocer las características geofísicas, químicas, hidrogeológicas, el estado actual de la fauna silvestre, la zonificación de amenazas, vulnerabilidad y riesgos y las problemáticas forestales de LT. Se destaca el Análisis Económico para el diseño de políticas ambientales en el Lago de Tota que corresponde al capítulo XIV del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca, el cual incorpora la demanda y oferta actual y futura del agua de la cuenca para establecer los índices de escasez del agua en 5 diferentes zonas¹⁹, categorizadas en el primer capítulo del mismo estudio.

Los instrumentos típicos con las que cuentan todas las corporaciones regionales de Colombia, para manejar la problemática del desabastecimiento de los recursos hídricos, son comando y control²⁰, aún en Colombia no se ha oído hablar de mecanismos de autogestión, es evidente la ausencia en las corporaciones de otros mecanismos que valoren el bien ambiental y ofrezcan mayor (distribución – eficacia – eficiencia – equidad) a la hora de establecer políticas de inversión a sectores menos favorecidos.

Teniendo en cuenta la heterogeneidad de los precios de los lotes, la disposición del recurso hídrico, entre otros factores estructurales, con las que cuenta la zona de influencia del Lago de Tota, se hace necesario conocer y determinar si tanto las características ambientales como los factores estructurales influyen en los precios de transacción. La importancia de este estudio es que revela cuantitativamente la magnitud y el sentido de la disponibilidad a pagar por cada uno de estos atributos.

¹⁹ Categorizadas en el primer capítulo.

²⁰ Hace referencia a las medidas adoptadas por las Corporaciones Autónomas para diligenciar licencias ambientales para los diferentes usos de los recursos naturales.

2.2 VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES, SERVICIOS Y RECURSOS NATURALES.

La valoración económica del medio ambiente, incluye un conjunto de métodos cuantitativos por medio de los cuales se intenta asignar valores monetarios a los bienes, servicios y atributos proporcionados por los recursos naturales y ambientales, independientemente de que estos tengan o no, mercado. También se le considera como una herramienta que permite medir bajo una unidad común, las ganancias económicas que tiene para la sociedad conservar, proteger, restaurar, o recuperar el medio ambiente y los recursos naturales; o por el contrario, los costos de la contaminación, la sobreexplotación y el deterioro de los mismos. (Castiblanco, 2005).

Esta valoración se realiza con el fin de tomar decisiones, para establecer políticas como inversiones en riego, hidroelectricidad, abastecimiento de agua, control de inundaciones y/o saneamiento, que ofrezcan caminos hacia el desarrollo sostenible de este bien escaso (Pérez, s.f.). El proceso implica obtener la disposición marginal a pagar (DAPmg) de bienes o servicios ambientales usando la información contenida en los mercados sucedáneos o por encuestas directas (ERM & DFID, 1997).

Existen dos enfoques para obtener la información sobre la demanda y por tanto del valor de los bienes y servicios ambientales. Uno es la estimación directa del valor a partir de observaciones del comportamiento de los individuos en mercados hipotéticos, en donde se observan las expresiones de disponibilidad a pagar (en caso de beneficio) o disponibilidad a aceptar (en caso de que la política o proyecto a analizar genere un perjuicio).

El siguiente cuadro contiene los métodos de valoración ambiental agrupados en la categoría directa e indirecta.

Tabla 1

Métodos Directos e Indirectos de Valoración Económica Ambiental

Métodos Directos	
Producción	Mide los cambios en la productividad de los sistemas naturales y artificiales que resultan de los cambios en las condiciones ambientales. En el contexto de la cuenca hidrográfica puede utilizarse para valorar los impactos que ésta tiene en agricultura, pesca, generación de energía hidroeléctrica, productos forestales y transporte de agua.
Costos de Viaje	Usado comúnmente para valorar los lugares recreativos. El principio básico es que se ocasionan costos en viajar hasta el lugar y estos pueden usarse como una representación de la DAPmg por visitar el lugar. Puede utilizarse para asignar valor actividades relacionadas con la ornitología y la pesca.
Valoración Contingente	Este método busca obtener información acerca de las preferencias y valores ambientales directamente de la persona individual con el uso de encuestas, cuestionarios y técnicas experimentales. El método puede aplicarse al valorar cualquier aspecto ambiental de la cuenca hidrográfica.
Métodos Indirectos	
Costos de Reposición ²¹	Usa el cambio en el gasto asociado a la reposición, mantenimiento o restauración de los bienes ambientales como medida del daño ambiental. Por ejemplo, el valor de las funciones del mantenimiento de la calidad del agua puede calcularse por el costo de reponer esta función con instalaciones de tratamiento de agua.
Gastos Preventivos	Valora el perjuicio causado por la degradación ambiental según los costos que el consumidor y/o los productores están dispuestos a pagar para prevenir el daño. En el contexto de la cuenca hidrográfica se puede utilizar para valorar la calidad del agua, inundaciones, deforestación y el riesgo de erosión del suelo, por medio de los gastos en prevenir cualquiera de estos eventos.
Precios Hedónicos	Este método permite encontrar la DAPmg por atributos ambientales, a través de un análisis detallado del mercado de la tierra y/o propiedad en el área local.

Fuente: Tabla elaborada por los autores en base a Castiblanco 1999.

El otro enfoque hace referencia a los métodos indirectos en donde se establecen relaciones entre demandas por bienes privados que se tranzan en mercados

²¹ Se puede aplicar también a la salud humana por la vía de los costos de tratamientos de salud

convencionales y demandas no observables por bienes o servicios ambientales relacionados o conexos con el bien privado; ejemplos de esto sería establecer una relación entre un impacto ambiental y sus efectos en la salud o en la depreciación física de activos materiales o de ecosistemas específicos que resultan afectados.

2.2.1 Método De Precios Hedónicos: Enfoque Indirecto De Valoración

El método de precios hedónicos es un enfoque de valoración de intangibles, usado en mercados laborales y de finca raíz con énfasis en el medio ambiente, se constituyó como un método a usar para la valoración del bien ambiental, debido a que resultó ser el más adecuado puesto que el principal objetivo es estimar todos los atributos (implícitos y explícito) de un bien que explican su precio, a la vez que, permite discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos.

El enfoque de precios hedónicos permite relacionar el precio del bien heterogéneo y las características diferenciadas en él contenidas, logra la desagregación del bien en sus unidades más básicas, sobre las que se basa el proceso de compra y venta: sus características y atributos. De esta manera el método puede ser utilizado para analizar los efectos que tienen las características ambientales en el precio de un bien o factor.

Tanto Mendieta (1999) como Castiblanco (2003) coinciden en señalar que los objetivos del método hedónico son²²:

Descubrir todos los atributos de un bien que explican su precio, a la vez que discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos.

Determinar los precios implícitos de cada característica o atributo, con lo cual se obtiene la disposición marginal a pagar (DAPMg) por una unidad adicional del atributo.

²² Los objetivos que plantea el método de precios hedónicos se contemplan implícitamente en los objetivos de este trabajo

En cuanto a los supuestos del método hedónico, están ligados con algunos de los preceptos de la teoría del bienestar. Supuestos que fueron definidos desde la primera aplicación del modelo hedónico al mercado de vivienda elaborada por Rosen (1974):

- El consumidor maximiza su utilidad sujeto a la restricción del ingreso.
- Existe un mercado competitivo, donde oferentes y demandantes del bien se ponen de acuerdo en una transacción.
- El precio de mercado reflejará el vector de atributos y este será una relación razonablemente constante, que dependerá del número de compradores y vendedores y de sus características.
- Existe complementariedad débil entre el bien privado y sus características o atributos.

Para iniciar la estimación del modelo es necesario establecer la relación entre el precio de los lotes cebolleros (P) y Z representa un vector de características o atributos que componen el bien.

$$P = P(Z, A) \quad (1)$$

Como segunda medida se toman los datos de los atributos que conforman dicho bien: características estructurales y los atributos ambientales²³. Por lo tanto cada lote tendrá un valor de mercado que dependerá del conjunto de factores y atributos anteriormente

²³ Estas características varían según el tipo de estudio, por ejemplo en López y García (2006) se encontró que las características estructurales estaban en función de los atributos físicos de la vivienda, siendo estos: Numero de habitaciones, Presencia de garaje, Tamaño, Años de construcción, mientras que la característica ambiental era la emisión de olores en el área de influencia.

descritos. El rasgo más importante es que esas propiedades de los lotes no se trazan explícitamente en varios mercados sino conjuntamente en un mercado bien integrado: el mercado de bienes raíces.

La técnica utilizada es un análisis de regresión de corte transversal en el que la variable dependiente es un vector de los precios de mercado de la vivienda y las variables independientes una matriz de atributos, tal como se describirá mas adelante.

Seguido a esto se realiza una regresión de P contra z , tratando de encontrar un buen ajuste y la forma funcional adecuada. Esto se puede alcanzar con criterios de selección como Akaike (AIC) y Máxima Verosimilitud (Likelihood), el siguiente paso es encontrar la DAPMg por los atributos estructurales, y ambientales.

4. MODELO EMPÍRICO

3.1 METODOLOGIA

Para la determinación de la muestra se tuvo en cuenta que la zona de influencia del LT está conformada por tres municipios, Aquitania, Cuítiva y Tota, sin embargo para el estudio específico se tomó como referencia las 5 zonas establecidas por el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Lago de Tota, (Pomca). Ver anexo B:

- Zona A (Municipio de Aquitania),
- Zona B (Oriental + islas, Aquitania),
- Zona C (Cuenca Olarte, Tota),
- Zona D (Municipio de Cuítiva),
- Zona E (Cuenca Hatolaguna, Aquitania).

La cuenca del LT cuenta con un total de 5.430 predios cebolleros en la zona, de los cuales el 96.48% pertenecen al municipio de Aquitania, el 2.71% a Cuítiva y el 0.81% al municipio de Tota.

Con el apoyo y asesoría del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se obtuvo gran parte de la base de datos, la cual contiene información sobre los predios Agropecuarios Cebolleros, tal como el precio y demás atributos de los mismos. En la oficina de Sistemas de Información Geográfica (SIG) se consultaron los registros tipo²⁴ 1, los cuales contienen información acerca del avalúo, área terreno, disponibilidad de aguas, vías. Adicionalmente y gracias al software ArcGis²⁵, utilizado por la institución se obtuvo la variable distancia al Lago. La obtención de la muestra se hizo en tres partes: 1. Lotes Ubicados en la orilla del Lago; 2. Lotes ubicados en el centro de la Zona; 3. Lotes ubicados en el perímetro de la Zona.

Por otro lado se consultaron proyectos de investigación de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá, Corpoboyaca. De esta consulta se obtuvo la variable ambiental Índice de escasez de agua, la cual fue tomada del Plan de Ordenación y manejo de la Cuenca del Lago de Tota, trabajo realizado en convenio con la Pontificia Universidad Javeriana, 2005.

²⁴ Los registros tipo 1, son documentos en los cuales se almacenan las características físicas de los lotes.

²⁵ Software utilizado en el campo de sistemas de información geográfica, el cual contiene aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

3.1.1 Muestra

Tabla 2.

Muestra por Municipio

Municipio	Predios	Muestra
Aquitania	5239	226
Cuítiva	147	31
Tota	44	21
Total	5430	278

Fuente: Cálculos de los autores con base en el censo del Cultivo de cebolla, 2001

Tabla 3.

Muestra por Zonas.

Zona	Muestra
A	167
B	13
C	21
D	31
E	46
Total	278

Fuente: Cálculos de los autores con base en el censo del Cultivo de cebolla, 2001

El muestreo realizado es de tipo Zonificado. Pero debido a que no se conocía exactamente la cantidad de lotes por zona, se procedió a escoger la cantidad según el peso de lotes por cada municipio.

Una vez analizada la muestra, se eliminaron 210 datos que contenían errores, omisiones o eran atípicos, quedando una muestra final de 278 datos para el modelo.

3.1.2 Definición De Las Variables

La definición de cada uno de los atributos (variables) usados en el modelo es la siguiente:

Precio = Variable explicada continua que expresa el avalúo catastral de los lotes en pesos. Fue obtenida de los registros de avalúo catastral por el IGAC.

Área = Variable explicativa continua que expresa el tamaño del Lote en hectáreas. En la medida que aumenta el tamaño del lote se espera un aumento del precio de este, por lo tanto se cree que el coeficiente de esta variable tenga signo positivo.

Distmedia = Variable explicativa dummy que expresa la distancia media del lote cebollero al lago en metros. Toma el valor de 0 cuando el lote se encuentra a menos de 1300 metros del Lago y toma el valor de 1 cuando el lote tiene una distancia al Lago entre 1300 y 2000 metros. A medida que el lote se encuentre más cerca al Lago se espera que su precio sea más alto, por lo tanto se cree que el coeficiente de esta variable tenga signo positivo.

Distalta = Variable explicativa Dummy que expresa la distancia alta del lote cebollero al lago en metros. Toma el valor de 0 si los lotes se encuentran a menos de 1300 metros del Lago y toma el valor de 1 si los lotes tienen una distancia de más de 2000 metros. A medida que el lote se encuentre más cerca al Lago se espera que su precio sea más alto, por lo tanto se cree que el coeficiente de esta variable tenga signo positivo.

Aguas2 = Variable explicativa Dummy que expresa la disponibilidad de aguas que poseen los Lotes. Donde el valor de 1 expresa que el Lote posee aguas escasas y el valor 0 si el lote no posee aguas. Se espera que esta variable tenga una relación positiva en el precio, es decir que a medida que se pase a un nivel mayor el precio aumente.

Aguas3 = Variable explicativa Dummy que expresa la disponibilidad de aguas que poseen los Lotes. Donde el valor de 1 expresa que el Lote posee aguas suficientes y el valor 0 si el lote no posee aguas. Se espera que esta variable tenga una relación positiva en el precio, es decir que a medida que se pase a un nivel mayor el precio aumente.

Vías2= Variable explicativa Dummy que expresa las condiciones de las vías en el Lote. Toma el valor de 0 si los lotes tienen vías sin pavimentar y toma el valor 1 si los lotes tienen vías de camino real y/o de herradura.

Vías3 = Variable explicativa Dummy que expresa las condiciones de las vías en el Lote. Toma el valor de 0 si los lotes tienen vías sin pavimentar angostas o vías de camino real y/o de herradura y toma el valor 1 si los lotes tienen vías pavimentadas.

Indi: Variable explicativa continúa que estima el nivel de agua de la cuenca en las diferentes zonas. Este índice de escasez fue tomado de Durana (2004) (Ver anexo A). Se espera una relación inversa entre el precio de los lotes y el índice de escasez.

Se trabajó con el índice de escasez de Durana 2004, porque a la fecha es el único que se ha construido.

3.1.3 Forma Funcional

Para identificar la forma funcional del modelo se procedió a calcular diferentes modelos y según los siguientes criterios:

- Que los signos de los coeficientes de las variables independientes reflejen una relación lógica con la variable dependiente.

- Que los coeficientes de las variables independientes sean significativos a un nivel de confianza del 95%.
- Que se maximice el valor de máxima verosimilitud.

3.2 ESTIMACION Y ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se presenta la estadística descriptiva, los resultados obtenidos, los modelos testeados y el análisis de la forma funcional finalmente seleccionada.

Tabla 4
Estadística descriptiva variables continuas

	Precio	Área	Índice
Media	9'562.138,48	1,5141867	22,37042
Mediana	2'285.000	0,77	36,763333
Máximo	154'624.000	15	36,763333
Mínimo	16.000	0.01	0,1475
Dev. SPD	21'541.321,83	2,271424	17,698865
Observ.	278	278	278

Fuente: Cálculos de los autores con base en el la información del IGAC

En la tabla 4, se puede observar que el valor promedio de los predios rurales es de \$9.562.138, el valor máximo de \$154.624.000 y el mínimo de \$16.000. al analizar los datos se observa que el lote de mayor precio posee 9 hectáreas de terreno al igual que vías pavimentadas y un nivel 3 de agua que equivale a suficientes, por otro lado el valor mínimo de \$16.000 está conformado por 0.33 hectáreas, con nivel de aguas que equivale a escasas y con vías angostas sin pavimentar.

El área representa el tamaño del lote cebollero en hectáreas, de la muestra tomada se encontró que el valor máximo que alcanza es de 15ha y el valor mínimo de 0.01ha, para un promedio de 1.51 ha. Es importante resaltar que el 78.78% de la muestra tomada se encuentra entre 0.01 y 2ha de área. Cabe aclarar que este tamaño representa a pequeños productores de cebolla.

La variable índice de escasez es un indicador de estado que refleja la magnitud de la oferta de agua disponible en las distintas unidades hidrológicas así como también la relación de esta oferta con la demanda de agua existente en las distintas fuentes abastecedoras. Este índice cambia dependiendo de las zonas especificadas (Ver anexo A). A continuación se presenta la tabla 5 para observar el análisis estadístico para las variables discretas:

Tabla 5
Estadística descriptiva Variables discretas

Variable	Categoría	Frecuencia	%
Distancia media al Lago	1300-2000 mts	126	45%
	Menos de 1300 mts	152	55%
Distancia alta al Lago	Más de 2000 mts	52	19%
	Menos de 1300 mts	226	81%
Disponibilidad de agua 2	escasa	156	56%
	sin	122	44%
Disponibilidad de agua 3	suficiente	58	21%
	sin	220	79%
Condiciones en la vías 2	Sin pavimentada	226	81%
	Sin pavimento y angosta	52	19%
Condiciones en la vías 3	Pavimentada	58	21%
	Sin pavimento y angosta	220	79%

Fuente: Calculo de las autoras en base a la información suministrada por el IGAC.

Para el caso de la variable aguas se tienen dos categorías, la categoría 2 tiene el mayor peso en los lotes cebolleros, el 56% de los lotes cebolleros posee un nivel de agua escaso, seguido de 23% de los lotes que no poseen agua y un 21% que posee aguas suficientes.

La variable distancia, representa la distancia en metros del lote al lago. Sin embargo esta variable ha sido modificada transformándola en una variable Dummy. Como se observa en el cuadro 4, la categoría 1 y 2 son las que más peso tienen, 45% y 36% respectivamente, esto quiere decir que la mayoría de los lotes se encuentran a menos de 2000 metros de distancia del lago.

Para finalizar, la variable vías presenta una frecuencia mayor en la categoría 3, esto quiere decir que la mayoría (47%) de los lotes cebolleros poseen infraestructura vial pavimentada, seguido de la categoría 1 con un peso significativo de 34%. Este comportamiento representa la desigualdad de condiciones viales en la muestra.

3.2.1 Resultados Obtenidos

En el análisis de resultados se puede observar que variables mantienen el signo del parámetro independientemente de la forma funcional y cuales son estadísticamente significativas al estimar la regresión. Se realizaron regresiones con los datos de la muestra utilizando las diferentes formas funcionales, con el propósito de hallar el modelo de mayor consistencia teórica y estadística teniendo en cuenta el problema de especificación presente en los modelos hedónicos.

Tabla 6

Resumen de los resultados de cada uno de los modelos especificados.

	Lineal	Log-Lin	Lin-Log	Doble Log
Constante	-9567851 (0.046)*	13.31808 (0.399969)	-6809591 (0.144)	12.94546 (0.000)*
Atributos Estructurales				
Distmedia	-131707.5 (0.960)	0.0292345 (0.85089)	112298.7 (0.966)	0.2860438 (0.089)
Distalta	2401786 (0.518)	-0.6941575 (0.352)	4312434 (0.253)	-0.147808 (0.535)
Área	3833081 (0.000)*	0.2724283 (0.037417)*	7541421 (0.000)*	0.8554397 (0.000)*
Vías2	2596092 (0.478)	-0.1322401 (0.108173)	6576710 (0.080)	0.47459 (0.045)*
Vías3	2589164 (0.0837)	-0.0315753 (0.067)	5424482 (0.077)	0.4599225 (0.018)*
Atributos Ambientales				
Aguas2	1278150 (0.668)	0.0288526 (0.135872)	4619791 (0.127)	0.447332 (0.020)*
Aguas3	2.16e+07 (0.000)*	1.95556 (0.000)*	2.35e+07 (0.000)*	2.24838 (0.000)*
Índice de escasez	2.33e-08 (0.002)*	2.66e-15 (0.004798)*	344714 (0.0002)*	0443493 (0.000)*
R-squared	0.3976	0.427379	0.389236	0.6692
Adjusted R-squared	0.3797	0.416853	0.378008	0.6593
S.E. of regresión	16140145	1.406602	16988876	1.094912
Sum squared resid	7.09e+16	538.1601	7.85e+16	326.0827
Log likelihood	-5005.348	-468.2793	-5019.595	-416.6396
Durbin-Watson stat	1.57468	1.096531	1.418658	0.921512
Mean dependent var	9562138	14.66579	9562138	14.66579
S.D. dependent var	21541322	1.841969	21541322	1.841969
Akaike info criterion	36.05286	3.541578	36.15536	3.040572
Schwarz criterion	36.13116	3.619872	36.23366	3.118866
Prob (F-statistic)	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

Estimado en Stata.
 En paréntesis t estadístico.
 * Significativas al 95% de confianza.
 Fuente: Las autoras

De acuerdo con la tabla 6, se tiene que en los atributos estructurales las variables distalta no es significativa en los cuatro modelos estimados, esto quiere decir que el precio de un predio no se ve afectado si el predio se encuentra ubicado a más de 2000 metros del lago, para la variable distmedia ocurre algo similar en los tres primeros modelos, sin embargo en el modelo log-log se puede aceptar esta variable a un nivel de significancia del 10% ($p=0.089$). En cuanto a la variable área, esta es significativa a un nivel de 95% para las cuatro formas funcionales estimadas y mantiene el signo positivo esperado, es decir a medida que aumenta el área del predio su precio aumentará también. Para las variables vías (vías2 y vías3), se tiene que es significativa en la última forma funcional (Log-Log), y mantiene el signo esperado (positivo), es decir que el predio tenga vías sin pavimentar pero transitables y pavimentadas aumentará el valor del predio. De esta manera se puede concluir que todas las variables estructurales son estables y robustas en los modelos y en el modelo Log-Log

En cuanto a los atributos ambientales, se tiene que las variables aguas2 solo es significativa en el modelo Log-Log y la variable aguas3 e índice de escasez son significativas a un nivel del 95% para todas las formas funcionales establecidas, por lo tanto estas variables son estables y robustas para el modelo. Por otro lado la variable índice de escasez refleja una relación no esperada en los modelos 3 y 4 (Lin-log y Log-Log), de acuerdo a la predicción establecida. Según la predicción la variable tomaría una relación negativa con respecto a la variable dependiente, es decir a medida que aumentará el índice de escasez, el valor del predio disminuiría, sin embargo el modelo arroja una relación positiva. Vale la pena recalcar que la anterior afirmación se debe a que el índice de escasez para la zona de Aquitania, es el más alto en comparación con las demás zonas, esto podría ser consecuencia de la alta producción de cebolla en dichos predios. Lo cual en términos económicos significa que estos lotes tienen una mayor rentabilidad y por lo tanto se les debe ofrecer más dinero a sus propietarios para que se desprendan de los mismos. Lo que a su vez redundaría en una mayor valorización en el mercado.

En la tabla 6 también se puede observar que la bondad de ajuste (R-squared) en los tres primeras formas funcionales (Lin, Log-Lin y Lin-log) se encuentran en un rango aproximado de 39% a 43%, esto quiere decir que en los tres primeros modelos las variables explican entre un 39 a 43% los cambios en la variable explicada. Por otro lado, también se observa que el modelo que más presenta bondad de ajuste es el doble log con un porcentaje de 66.92%.

Debido al problema de especificación que presenta los modelos de precios hedónicos, se establecieron varios criterios de selección para escoger el más adecuado. Entre los criterios de selección del modelo se encuentran: Akaike (AIC), el cual minimiza la función de pérdida de información por ir del modelo correcto al estimado, y es el de mayor penalización y por último la función de verosimilitud (Likelihood), el cual se basa en tener en cuenta la distribución conjunta de los datos como función de los parámetros del modelo (Márquez, 1999). Cabe señalar que el principio de criterio de selección fue el de escoger el modelo con el valor más bajo del AIC, es decir cercanos a cero, para el Likelihood, se tomó como el modelo adecuado aquel con un valor real mayor a los demás.

De igual manera, con base en la tabla 6, se estableció que el modelo que tiene la mejor forma funcional es el Log-Log, debido a que presenta el valor más bajo en el criterio Akaike siendo este de 3.0405 y el valor más alto en el criterio de máxima verosimilitud el cual es -416.6396.

3.3 ANALISIS DEL MODELO EMPIRICO DOBLE LOG

3.3.1 Forma funcional del Modelo empírico:

$$\ln \text{precio} = \ln B_0 + B_1 \text{distmedia} + B_2 \ln \text{area} + B_3 \text{aguas2} + B_4 \text{aguas3} + B_5 \text{vias2} + B_6 \text{vias3} + B_7 \ln \text{indi} + e$$

Para el modelo elegido, en cuanto a validez estadística, las variables explicativas continuas y discretas seleccionadas son robustas, presentan bondad de ajuste y los signos son los esperados conforme a la teoría a excepción de la variable *indi* de la cual ya se menciona por qué puede presentar el signo positivo. Cabe mencionar que con la variable *distalta* se hizo una prueba de omisión (test de Ramsey) la cual aceptó la hipótesis nula de omisión de variable, con este proceso se logró que se aceptara la variable *distmedia* a un nivel de significancia del 95%. Así mismo se realizó el test de White para establecer que el modelo no tuviera problemas de heteroscedasticidad.

A continuación se presenta el modelo de precios hedónicos para los lotes cebolleros del área de influencia del LT:

Tabla 7.
Función de precios hedónicos Log-Log.

Dependiente: Precio	Media	Coeficiente	DAPmg en millones	DAP 1% en millones
Independiente	14.66579			
Distmedia	0.453237	-0.3344934	-19,8720772	-39.72324%
Área	0.408156	0.8634779	6,93234903	86.34779%
Aguas2	0.561151	0.5174747	15,0321517	59.00001%
Aguas3	0.208633	0.5426002	5,96911153	89.3855%
Vias2	0.187050	0.4637345	5,91553145	72.88816%
Vias3	0.471223	2.298964	3,00607472	66.96269%
Índice de escasez	21.29973	0.0458792	6808,69255	4.58792%
Constante		12.80833		

Fuente: Cálculo realizado por los autores

El análisis del modelo Doble-log se efectúa conforme al efecto marginal y el análisis de las elasticidades (columnas 3 a 5 de la tabla 7). La columna 3 representa los coeficientes de las variables explicativas, debido a que las variables área e índice de escasez tienen la naturaleza de la transformación Doble-log son al mismo tiempo las elasticidades.

La columna 5 representa la DAP por cada cambio en una unidad en el atributo²⁶. La columna 6 representa la DAPmg por cada 1% de cambio en la cantidad del atributo²⁷, esto permite observar los cambios monetarios dado un cambio en las cantidades del atributo.

Conforme a lo anterior, las variables de los atributos ambientales dummies (Agua e índice) poseen el signo esperado (positivo). Cuando el predio posee un nivel de aguas escaso el valor de este aumenta en un 59.1% contrario a que no tuviera aguas, por otro lado si el predio posee un nivel de aguas suficiente el predio aumentaría 89.39% caso contrario sucedería si no cuenta con el bien, *ceteris paribus* las demás variables. Por otro lado cuando el índice de escasez aumenta un uno por ciento el precio del predio aumenta 4.59%. De las dos variables ambientales, la que más influye en el precio del predio es la disponibilidad de agua, esto puede deberse a que los posibles compradores de los mismos, no conocen este índice, como si lo pueden hacer con la disponibilidad de agua.

El t-estadístico es significativo a un nivel de 95% por lo cual se puede afirmar que la afectación por la disponibilidad de agua y por el índice de escasez confirman la

²⁶ Para obtener esta DAP absoluta se tiene que: Enfoque indirecto de valoración: El método de precios hedónicos, p. 168. $\frac{\partial P(Z, A)}{\partial A} \Big|_{A=A}$

²⁷ Esta se obtiene: $\partial P = \left[P * \varepsilon_Z * 0.01 \right]$ Enfoque indirecto de valoración: El método de precios hedónicos, p. 168.

existencia de una externalidad positiva que se evidencia en el aumento del precio de los predios del área de influencia del LT.

La DAPmg establece una relación positiva para aquellos predios que poseen un nivel de aguas escasas; los potenciales compradores de predios en el área de influencia del LT estarían dispuestos a pagar \$15.032.151 de pesos mas por un lote que posea nivel de aguas escasas a uno que no posea aguas, además estarían dispuestos a pagar \$21.001.263 por una que posea aguas suficientes.

Por el lado de las variables estructurales se tiene que la variable distmedia dummy posee un signo positivo y es significativa a un nivel del 95%. El efecto marginal indica que la DAPmg por este atributo es -39.72%, es decir que los posibles compradores de predios estarán dispuestos a pagar 39.72% menos por un lote que se encuentre en distancia de 1300 metros a 2000 metros, que de una distancia entre 1000 a 1300 metros. Este resultado puede estar asociado con las mejores condiciones de disponibilidad de agua que obtienen los predios al estar ubicados más cerca del lago. De acuerdo con los resultados cuando el lote se encuentra ubicado a menos de 1300 metros, los potenciales compradores estarán dispuestos a pagar \$19.872.077 que si se encontrara ubicado a más de 1300 metros.

Para la variable vias2 se tiene que la DAPmg es de \$5.915.531 millones de pesos esto quiere decir que los posibles compradores están dispuestos a pagar un \$5.915.531 más del precio por un lote que posea vías sin pavimentar a vías de herradura o camino real. La relación de la variable vías3 es también positiva, logrando un DAPmg de \$8.921.606 millones de pesos.

La última variable a analizar es el área, variable significativa que presenta un signo positivo, concordando con lo esperado. Para el área se tiene que presenta una DAPmg de \$6.932.349 millones de pesos, lo que quiere decir que a medida que el área del predio aumente una hectárea de más, el consumidor estará dispuesto a pagar \$6.932.349 millones de pesos.

Una vez interpretados los resultados de la tabla 7, se confirma la hipótesis planteada al principio de este estudio acerca de la disponibilidad de agua. Por otro lado el modelo arrojó una respuesta sobre el comportamiento de la variable índice, como se menciona anteriormente, el signo positivo de esta variable puede deberse a una mayor producción de cebolla y por lo tanto una mayor valorización del predio por parte de los posibles compradores. Estas variables también muestran que existe una externalidad positiva que incide en el aumento de los precios de los predios cebolleros en el área de influencia del LT, es decir que los consumidores de predios cebolleros valoran la disponibilidad de agua como un atributo del entorno en el momento de adquirir un predio.

Para finalizar es importante recalcar que las variables que más inciden en la determinación del precio de los predios cebolleros son la disponibilidad de aguas, seguido de la distancia al lago y el área.

CONCLUSIONES

El trabajo presentado identificó los determinantes de los precios de mercado de los predios cebolleros en el área de influencia del lago de Tota. Este es el primer trabajo que demuestra empíricamente, para el Lago de Tota, la relevancia y significación individual de las principales características y atributos inherentes a los predios.

El estudio permitió identificar y encontrar que los atributos ambientales (Aguas e Índice de Escasez) y los atributos estructurales (Área, distancia y vías), tienen incidencia en el valor económico de los predios de los lotes cebolleros.

Por otra parte, la presente investigación logró establecer que la influencia que tiene la disponibilidad de aguas en la determinación del precio de los predios es positiva. Cuando el predio tiene una disponibilidad de aguas: escasa, los consumidores estarán dispuestos a pagar \$15.032.151 más que si el predio no tuviera aguas, manteniendo constantes los demás atributos y características. A su vez si el predio tiene una disponibilidad de aguas suficiente, los consumidores estarán dispuestos a pagar \$21.001.263 más que si el predio no poseyera aguas, manteniendo constantes los demás atributos y características.

También se logró establecer la influencia que tiene el índice de escasez en la determinación del precio de los predios. Se logró establecer que este mantiene una relación positiva contrario a lo que se esperaba en la hipótesis, se encontró que ante un cambio de una unidad porcentual en el índice de escasez la valorización de los predios aumenta en 4.59%.

Metodológicamente, se encontró que la forma funcional de la ecuación hedónica, adecuada estadística y teóricamente fue el modelo Doble-log. Una de las características que hace atractivo el modelo Doble-log consiste en que el coeficiente

correspondiente a la pendiente β de cada variable mide la elasticidad del precio de los predios cebolleros con respecto a esa variable, es decir el cambio porcentual en el precio para un (pequeño) cambio porcentual dado en alguna de las variables explicativas.

Con el modelo estimado, se demostró la incidencia de las variables utilizadas a la hora de establecer el precio los predios en el área de influencia del Lago de Tota. Todas las variables tuvieron niveles significativos y tuvieron los comportamientos esperados a excepción de índice de escasez (como se menciona anteriormente), siendo una buena medida de posibles cálculos de las disponibilidades a pagar y elasticidades de los variables usadas con respecto al precio de los predios.

Los atributos que demostraron tener un mayor impacto en el precio los predios cebolleros fueron los relacionados con disponibilidad de aguas, distancia al lago y área.

También se estableció que la DAPmg del área de influencia del lago, por un predio que tenga vías sin pavimentar es \$5.915.531 en relación a una que tenga vías sin pavimentar angostas. Igualmente para la variable *vías pavimentadas* se logró establecer que los consumidores están dispuestos a pagar \$8.921.606 millones de pesos más que si el predio tuviera vías angostas.

Con respecto a la variable *área*, como era de esperarse, entre más hectáreas tenga el predio más alto será el precio del mismo, el valor de dicho aumento entre una hectárea a otra es de aproximadamente \$6.932.349 millones de pesos.

Una recomendación para trabajos posteriores, puede ser tratar de establecer la diferencia del atributo ambiental por las zonas ya establecidas por el POMCA, y de esta manera observar la diferencia de disponibilidades a pagar según la zona en la que se encuentre el predio.

Entre las diversas metodologías planteadas por la Economía Ambiental para valorar los bienes, servicios ambientales y recursos naturales, el método de los precios hedónicos es una de las herramientas más usadas para determinar los costos o beneficios derivados de las alteraciones o impactos ambientales que genera el recurso hídrico del Lago de Tota. Se espera que en investigaciones futuras se puedan tener en cuenta otro tipo de externalidades tanto positivas como negativas, haciendo uso de otros métodos de valoración económica (como son el método de la función de daño, el método de morbilidad, el método de la función de producción y la valoración económica contingente), para seguir en la tarea de valorar los bienes ambientales que por su composición no tienen mercados establecidos.

Bibliografía:

ARIAS, Carlos. (2001). *Estimación Del Valor Del Regadío A Partir Del Precio De La Tierra. Economía Agraria y Recursos Naturales*, ISSN: 1578-0732, Vol.1, 1 (2001), p. 115-123.

AZQUETA O, Diego. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*, Madrid, McGraw-Hill.

AZQUETA O, Diego. (2002), *Introducción a la economía ambiental*. Madrid, McGraw-Hill.

CASTIBLANCO R, Carmenza. (2006), *Manual de valoración económica del medio ambiente*, Instituto de Estudios Ambientales IDEA, Universidad Nacional de Colombia

ERM & DFID (1997). *Economía Ambiental y su Aplicación a la Gestión de Cuencas Hidrográficas*. 2 edición. Santiago de Chile.

DURANA Claudia (2004). *Análisis Económico para el Diseño de Políticas Ambientales*. Cap. XIV. *Plan de Ordenación y Manejo Integrado del Lago de Tota*. Corpoboyaca-PUJ

GARCIA, Luís. *Manejo Integrado De Los Recursos Hídricos En América Latina Y El Caribe*, 1998. Banco Interamericano de Desarrollo.

GILI D. (2005) “Estimación de la demanda de agua en la cuenca de Aconcagua a través de la metodología de precios hedónicos”, [tesis maestría], Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Maestría en Economía Agraria.

LOPEZ Y GARCIA (2006). *Valoración Económica De La Contaminación Por Olores En El Área De Influencia Del Relleno Sanitario El Carrasco: Una Aplicación De La Metodología De Precios Hedónicos*.

MARQUEZ, M. D. (1999), *Modelo CETAR aplicado a la volatilidad de la rentabilidad de las acciones: algoritmos para su identificación (Tesis doctoral)*, Catalunya, Universidad Politécnica de Catalunya, Doctorado en Ciencias Matemáticas

PARDO R, Yully. (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)*, [tesis de maestría], Bogotá, Universidad de los Andes, Maestría en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales-PEMAR.

PEREZ, J. Valoración Economía del Agua. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial CIDIAT. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.

RICAUURTE, Paola. (2005). Plan De Ordenación Y Manejo De La Cuenca Del Lago De Tota, Capitulo XI Problemática Ambiental. Convenio Corpoboyaca-PUJ.

ROSEN, S. (1974). "Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition", Journal of political economic, núm 82, pp.34-55.

TEJO, P. Mercado de tierras agrícolas en América Latina y el Caribe: una realidad incompleta, Comisión económica para América Latina CEPAL. Santiago de Chile

VILLEGAS, Ernesto (2005), Dimensión Institucional cap. XIII. Convenio CORBOBOYACA-PUJ (Eds). Plan de ordenación y manejo de la cuenca del Lago de Tota. p3.

ANEXOS

Anexo A.

INDICE DE ESCASEZ

Es un indicador de estado que refleja la magnitud de la oferta de agua disponible en las distintas unidades hidrológicas así como también la relación de esta oferta con la demanda de agua existente en las distintas fuentes abastecedoras. En calidad de este indicador resulta natural utilizar la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades socioeconómicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras. A partir de esta definición el índice de escasez se establece como la siguiente relación:

$$I_e = \frac{D}{O_u} * 100\%$$

Donde:

I_e = Índice de escasez (%)

D = Demanda de Agua (m^3)

O_n = Oferta Hídrica Superficial neta (m^3).

El primer paso para la evaluación del Índice de escasez consiste en la definición de la oferta hídrica superficial total. Por oferta hídrica superficial se entiende aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapotranspiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa o indirectamente al mar.

Para efectos de este trabajo, se decidió calcular la oferta hídrica neta a partir de la metodología corregida del Soil Conservation Service de los Estados Unidos, esto se debe principalmente a que solo se cuenta con registros adecuados de precipitación en

toda la cuenca, por lo tanto es casi obligatorio el uso de un método que relacione lluvia-escorrentía.

Para el cálculo de los valores de oferta y demanda se subdividió la cuenca en las 6 zonas de manejo conjunta, a saber. Zona A (municipio de aquitania), zona B (oriental + islas, Aquitania), zona C (cuenca Olarte, tota), zona D (municipio de Cuítiva), zona E (cuenca Hatolaguna, Aquitania); con el fin de escoger áreas representativas de la cuenca del Lago de Tota.

Tabla

Índice de escasez en la Cuenca del Lago de Tota.

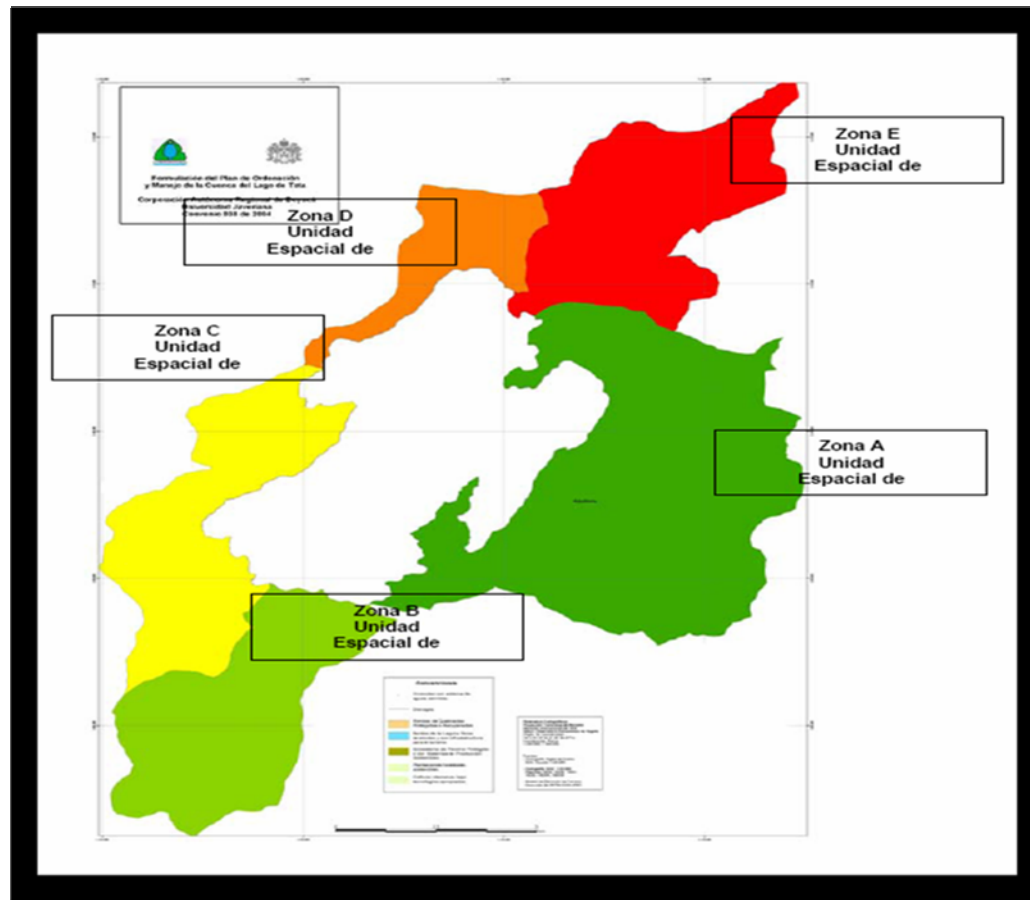
Mes	Zona A (Sur oriente) Municipio de Aquitania	Zona B (Oriental + Islas)	Zona C (Suroccidente) Cuenca Olarte	Zona D (Noroccidental)	Zona E (Nororiental) Hatolaguna
Enero	416.88	43.46	0.91	3.09	4.77
Febrero	14.61	0.11	0.55	0.89	0.03
Marzo	0.26	0.11	0.01	0.01	0.01
Abril	0	0.01	0.01	0	0
Mayo	0	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0.01	0
Julio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0.01	0
Septiembre	0	0.01	0.01	0.01	0
Octubre	0.03	0	0	0.01	0
Noviembre	0.01	0.01	0.01	0	0
Diciembre	9.37	0.07	0.27	0.05	0.03

Fuente: Durana 2004

Anexo B.

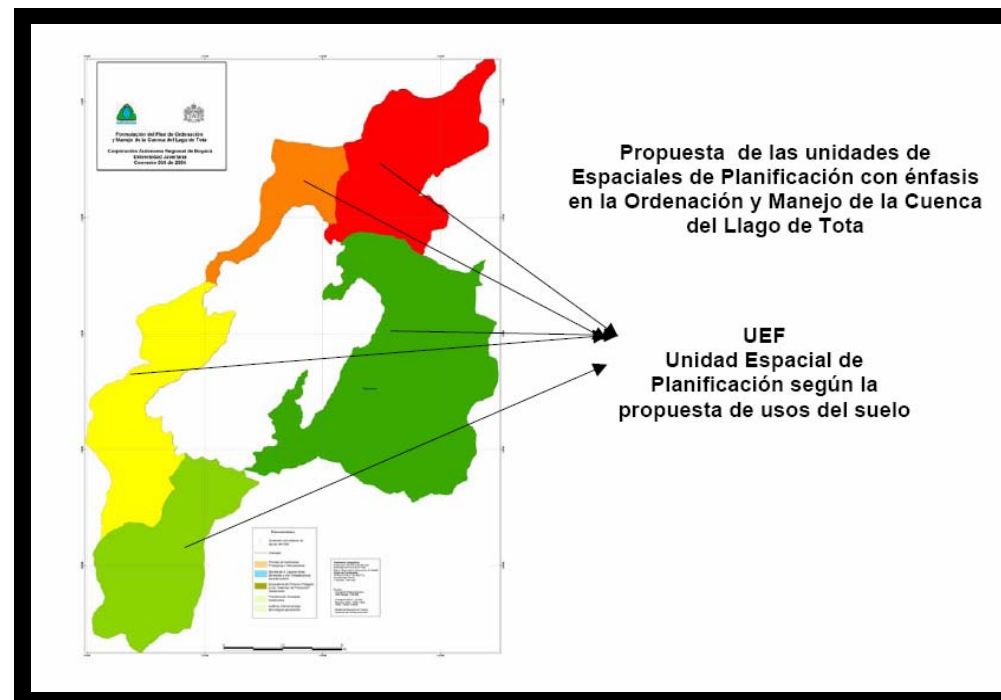
Propuesta de las unidades espaciales de planificación con énfasis en la ordenación y manejo de la cuenca del Lago de Tota

Grafica 1. Zonificación de la Cuenca del Lago de Tota.



Fuente: Pomca, 2007.

Grafica 2.
Propuesta de las unidades espaciales de la Planificación con énfasis en la Ordenación y Manejo de la cuenca del Lago de Tota.

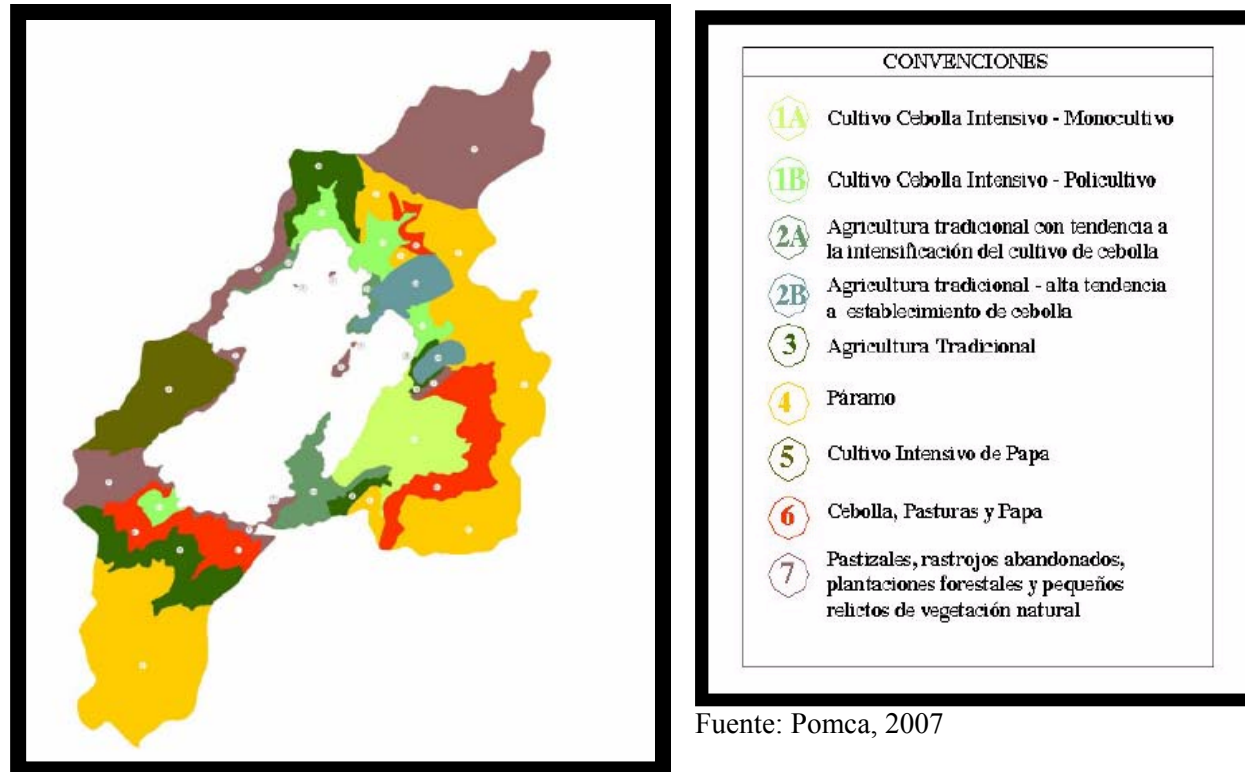


Fuente: Pomca, 2007

La zonificación propuesta, parte de la identificación, el diagnóstico y el reconocimiento de dichas áreas como estrategia válida para proponer las unidades espaciales de planificación, las cuales determinan, de acuerdo con la utilización del suelo, su vocación, la movilidad de la población entre otras. Así mismo permiten orientar la localización de infraestructuras, prestación de servicios, control y seguimiento a programas y proyectos, como también orientar las políticas y estrategias para la puesta en marcha del Plan de ordenación y manejo de la Cuenca del Lago de Tota.

Anexo C.

Tipo de Sistemas de Producción por Zonas.



Fuente: Pomca, 2007