



DISPONIBILIDAD A PAGAR POR COBERTURAS EN BOSQUE, PASTOS Y CULTIVOS EN PREDIOS RURALES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA “EL ARENOSO” EN SAN VICENTE DEL CAGUÁN- CAQUETÁ

ALEXANDRA FORERO MENDOZA

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
2016

DISPONIBILIDAD A PAGAR POR COBERTURAS EN BOSQUE, PASTOS Y CULTIVOS EN PREDIOS RURALES EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA QUEBRADA “EL ARENOSO” EN SAN VICENTE DEL CAGUÁN- CAQUETÁ

ALEXANDRA FORERO MENDOZA

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de: **Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

Director (a):

Mg. DIEGO HERNÁNDEZ GARCÍA

Línea de Investigación:

Desarrollo Sostenible

Grupo de Investigación:

Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

2016

...A Dios por darme la vida y la fuerza para vivir, a mi mamá, hermano y mis hijos que son mi tesoro y gran inspiración.

Alexandra Forero Mendoza

Agradecimientos

A mi Director de tesis de grado, Magister DIEGO HERNANDEZ GARCIA docente de la Universidad de Manizales Programa de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

A Magister en Economía del Ambiente y Recursos Naturales Yelly Yamparli Pardo Rozo, Docente de la Universidad de la Amazonia por su revisión y comentarios en este estudio.

A la Magister Alina Vanessa Aguilar-González, de la Secretaria de Agricultura Departamental del Caquetá por la colaboración en el suministro de la información y asesoría en este trabajo.

A la Magister en Ciencias Aplicadas y Ambientales Anatoly Marín Vásquez MSc de la Gobernación de Caquetá - ARA Corp de Florencia por sus aportes y suministro de información en este documento.

Al programa CANUTSA por el suministro de información y datos.

Este trabajo presenta las opiniones personales de los autores, por lo que los posibles errores y conceptos emitidos son de responsabilidad exclusiva de éstos y no comprometen a la Universidad de Manizales ni a sus directores, asesores y jurados.

Resumen

El estudio calcula la disponibilidad a pagar marginal (DAPMg) por una hectárea de bosque, cultivo y pastura en aproximación al costo de oportunidad de uso de la tierra como argumento económico que sustente el pago por servicios ambientales (PSA) en la zona de influencia de la quebrada La Arenoso en San Vicente del Cagúan. Los PSA son una medida de conservación para la protección de ecosistemas estratégicos en Colombia en el marco del Decreto 0953 de 2013. Se empleó el método de valoración *precios hedónicos*, donde se obtuvo que la DAPMg por una ha de bosque fue de \$841.000 y \$604.900 por ha de pasto. Estos valores fueron superiores frente a otras experiencias observadas en Colombia lo cual evidencia que son un mecanismo que representa el mejor uso alternativo de los recursos naturales y es ambientalmente sustentable. La productividad y las has de cultivo no influyen en el precio de las tierras en los predios de la zona.

Palabras claves: Pago por Servicios Ambientales, Precios hedónicos, Quebrada El Arenoso, Costo de oportunidad, Disponibilidad a pagar.

JEL: C01 – C013

Abstract

The study estimates the willingness to pay marginal (WTP) by a hectare of forest, crop and pasture in approach to the opportunity cost of land use and economic argument that supports the payment for environmental services (PES) in the area of influence Quebrada La Arenoso in San Vicente del Caguán. PES is a conservation measure to protect strategic ecosystems in Colombia under the Decree 0953 of 2013. The valuation method Hedonic prices, where it was found that the DAPMg by a every hectare of forest was \$ 841,000 and \$ 604,900 was used for it has grass. These values were higher compared to other experiences observed in Colombia which shows that they are a mechanism that represents the best alternative use of natural resources and is environmentally sustainable. Productivity and culture have no influence on the price of land on the premises of the area.

Keywords: Payment for Environmental Services, Hedonic prices, Quebrada La Arenoso, opportunity cost, willingness to pay marginal.

Contenido

	Pág.
RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1. ANTECEDENTES	18
1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	18
1.2 EL PROGRAMA DE PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES	20
2. PROBLEMA	27
2.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	29
2. JUSTIFICACIÓN	30
3. OBJETIVOS	33
3.1 OBJETIVO GENERAL	33
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
4. MARCO TEÓRICO	35
4.1 FINCAS AGROPECUARIAS EN CAQUETA Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA ..	35
4.2 LOS SERVICIOS AMBIENTALES EN SISTEMAS AGROPECUARIOS.....	37
4.3 MÉTODO DE VALORACIÓN AMBIENTAL PRECIOS HEDÓNICOS	38
4.4 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES PSA Y LA EXPERIENCIA EN COLOMBIA Y CAQUETÁ	43
4.5 FORMAS ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES.....	49
4.6 MEDIDAS DE BIENESTAR ECONÓMICO: LA DISPONIBILIDAD A PAGAR (TOTAL Y MARGINAL)	52
5. METODOLOGÍA	56
5.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	56
5.2 POBLACIÓN Y LA MUESTRA	57
5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN	59
5.4 MODELOS ECONOMÉTRICOS PROPUESTOS.....	60
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62

6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA MUESTRA	62
6.2 ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONÓMICO	63
6.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
9. ANEXOS	87

Lista de figuras y tablas

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Modelo de Precios Hedónicos	41
Tabla 1. Formas funcionales.....	42
Tabla 2. Criterios de factor de corrección biológico y geográfico	50
Tabla 3. Estimaciones del costos de oportunidad y el pago PSA en Microcuenca Chaina	51
Figura 2. Curva de la demanda y área del excedente del consumidor	53
Figura 3. Curva de la oferta y área del excedente del productor	53
Figura 4. Ejemplo de curva de demanda del mercado	55
Figura 5. Zona de influencia de la microcuenca quebrada La Arenoso	56
Tabla 4. Relación de fincas del proyecto de PSA.....	58
Tabla 5. Variables de la encuesta.....	59
Tabla 6. Estadística descriptiva de las variables del estudio	62
Tabla 7. Estadística descriptiva relativa al VEB, productividad y PSA.....	63
Tabla 8. Organización de los datos en hoja plana.....	64
Tabla 9. Modelo lineal.....	64
Tabla 10. Estimación de parámetros por Máxima Verosimilitud modelo Box Cox (lineal)	66
Tabla 11. Pruebas de hipótesis sobre la forma funcional	68

Introducción

En la actualidad el gobierno en el departamento de Caquetá apoya las iniciativas para promover, implementar y sostener programas de Pago de Servicios Ambientales PSA de conformidad con el Decreto 0953 de 2013 en articulación con otras normas ambientales para conservar fuentes hídricas abastecedoras de agua potable; por ello las comunidades de los predios rurales hoy en día tienen un incentivo para la conservación de bosques inmersos en ecosistemas estratégicos (PMA, 2015).

Dada la importancia del sector agropecuario para la economía del departamento, y los atributos naturales como biodiversidad, riqueza hídrica y la heterogeneidad geográfica y potencial ecoturístico con que cuenta la zona de colonización y ante la problemática del mercado de tierras relacionada con la distorsión de precios, es necesario identificar factores y características de las actividades económicas rurales en la actualidad, su infraestructura, y el componente ambiental, para determinar la influencia que tienen éstas características en los precios de la tierra (Pardo, 2005).

Los procesos de colonización que amplían la frontera agropecuaria con la instauración de sistemas productivos ineficientes, han degradado las cuencas hídricas. Esto compromete el futuro abastecimiento y calidad del agua lo que en el largo plazo se traduce en problemas de salud y sus efectos negativos para la economía, la política y gobernanza de los territorios.

Una de las áreas del Caquetá donde se evidencia esta situación de degradación ambiental es en la microcuenca quebrada La Arenoso del Municipio de San Vicente del Caguán; por

ello el convenio de asociación No. 064 entre el municipio y ARACORP¹, tiene por objetivo aunar esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para la restauración de la cuenca y a su vez promocionar la conservación y recuperación de las áreas de importancia para este recurso hídrico que surte de agua el acueducto de San Vicente del Caguán a través de la implementación de un pago por servicios ambientales (Plan de Desarrollo Municipal 2012-2015).

En el proyecto del PSA en mención y en el plan de manejo de cuenca 2012 -2015, ya se identificaron los predios en la zona de influencia del recurso hídrico sobre los cuales se recopiló y condensó información socioeconómica, tecnológica y ambiental de las actividades agropecuarias de las comunidades que habitan la zona para diseñar e implementar un esquema para la financiación para el pago del servicio ambiental.

Por lo anterior como contribución al convenio, esta investigación buscó identificar las principales características que influyen en la determinación del valor económico de estos predios y su relación con las coberturas en bosques, pastos, cultivos y productividad. Este estudio buscó calcular la disponibilidad marginal a pagar por el uso de los suelos en las diferentes coberturas. Se aplicó la metodología de precios hedónicos, donde la finca es tomada como un bien convencional que presenta características heterogéneas.

Las unidades de estudio son las fincas seleccionadas en el Convenio No. 064, para corroborar si en el valor de transacción atribuible al mercado de un bien raíz de acuerdo a sus características tales como tamaño, productividad y uso de suelo, estas otorgan ventajas comparativas que se reflejan en el precio de las fincas. Este estudio se realizó con la información y el apoyo técnico del programa CANUTSA (2014)². Con los datos se realizó un modelo econométrico para analizar si la contribución al precio de la finca por parte de cada uno de los atributos identificados fue significativa, tanto teórica como estadísticamente.

¹ Corporación Ara de la Amazonía “ARA CORP” cuyo objetivo fundamental es contribuir al desarrollo sostenible y sustentable de la biodiversidad, cc de procesos de formación participativo, fortalecimiento y transformando las redes sociales

²Programa de Seguridad Alimentaria “Caquetá Nutritivo y Saludable” proporcionó la base de datos y el apoyo técnico proveniente del informe de CoAgroSelva “Informe Final Convenio 064 – 2014”.

El documento comprende ocho partes: planteamiento del problema, la justificación, los objetivos, antecedentes, revisión literaria, marco metodológico donde se describe cada una de las variables que componen el modelo econométrico propuesto y la metodología de precios hedónicos. Posteriormente, se presentan los resultados su discusión y finalmente la octava parte, presenta las conclusiones y recomendaciones.

1. ANTECEDENTES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los sectores económicos representativos para el Caquetá son el agropecuario (18%), y el comercial y de servicios, (60%) del PIB departamental, DANE, 2015). El modelo agropecuario en la región proviene de los procesos de migración de población de la región andina, quienes instauraron las prácticas agropecuarias de esas tierras y las replicaron en las áreas selváticas; actividades que se han fortalecido desde los inicios de los ochenta tanto en el componente forestal como en el pesquero (Arcila et al, 2000).

En el proceso de colonización los modelos agropecuarios incorporados han sido concentradores de tierra, demandan grandes inversiones de mano de obra inicial, generadores de daños ambientales tales como la deforestación y degradación de la tierra, además de demostrar su baja empleabilidad; además, se sufre de fenómenos de desplazamiento y la alta movilidad, lo que desencadena tendencia hacia la concentración en la zona de la frontera agrícola (García et al., 2002).

Una de las regiones con ecosistemas estratégicos en el departamento del Caquetá, es San Vicente del Caguán con un área aproximada de 28.300 km², de los cuales 10.703 km² se encuentran en zona de litigio con los departamentos del Meta y Guaviare. El 25% de su territorio está conformado por la Reserva Forestal de la Amazonia. El territorio está organizado política y administrativamente por 14 inspecciones que contienen 259 veredas y la zona urbana la conforman 39 barrios (PDT de San Vicente del Caguán, 2016 – 2019).

En San Vicente, las comunidades satisfacen sus necesidades de agua potable y alcantarillado aprovechando la gravedad o por bombeo de aguas de nacederos, ríos y pozos hasta sus casas y fincas y existe cerca de 6.000 suscriptores al acueducto y alcantarillado, cubriendo las necesidades de 37.302 personas de la zona urbana y los centros poblados (DNP, 2013). En zona rural, de las 6.817 viviendas existentes, solo 101

cuentan con una conexión al servicio de acueducto, demostrando la urgencia de una infraestructura (PMA, 2015).

La zona de influencia comprende las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten agua a los acueductos municipales de San Vicente del Caguán, en zonas de intersección municipal con la microcuenca de la quebrada Arenoso, Vereda Alto Arenoso. Comprende un área total de 9.190 has, que equivalen a 91,9 Km²; se extiende en sentido nortesur desde el nacimiento en la vereda Alto Arenoso en las estribaciones orientales de la cordillera oriental a 850 msnm hasta la confluencia en el río Caguán a 250 msnm. En su trayecto la quebrada La Arenoso recoge las aguas de los afluentes: La Danta, Sabaleta, La Tolda, La Aleta, La Viuda, Cachudales, La Lindosa, El Salado, entre otros (POMCA, 2009) (Ver figura 1 en la metodología).

La dinámica económica de la microcuenca son en esencia las actividades agropecuarias como medio de subsistencia y generación de ingresos y valor agregado aunque en menor proporción. Se caracteriza por presentar dificultades de comercialización y un bajo nivel de desarrollo tecnológico en la actividad agrícola. La actividad agrícola en la zona del Arenoso trata esencialmente de cultivos de pancoger, donde se observa una baja productividad dada la baja inversión en tecnologías. Pese a esto representa el segundo renglón más importante en la economía lícita del lugar luego de la actividad ganadera.

De otro lado, en la actividad pecuaria en la zona de la cuenca constituye el primer lugar, lo cual explica la deforestación, donde se destaca la ganadería bovina y en menor escala se tienen especies menores como porcinos, equinos, avicultura y piscicultura. Los sistemas de producción de la zona no son sostenibles, debido a la baja tecnificación, insuficiente infraestructura y no hay respaldo de políticas de comercialización.

En materia de coberturas existen 5.759 has que corresponden al 62.6% de la microcuenca; en cuanto a pastos y rastrojos, se calcula el pastoreo de cerca de 2.880 cabezas de ganado bovino, donde esta actividad de ganadería extensiva ha dejado altos porcentajes de estos suelos degradadas, donde según actores sociales en la zona (directivos de la administración municipal, expertos, técnicos y comunidad) de San Vicente del Caguán identificaron las siguientes situaciones ambientales: degradación y pérdida del recurso

bosque y de la biodiversidad, deforestación, conflicto por uso y manejo inadecuado del suelo y contaminación hídrica (AgroSelva, 2014).

Con ello, la degradación del recurso suelo por pérdida de bosque y su biodiversidad, se asocia a la ganadería tradicional donde la tala y quema en la zona aledaña a la microcuenca para la introducción de pastos con parcelas de cultivos de pancoger como actividad complementaria (en esencial de yuca, plátano, maíz) y algunos cultivos de coca, característicos de la Amazonia, que sumado a la cacería ha conducido a la disminución de especies de flora y fauna propias de la región. Esto trae una disminución en los nacimientos y en la cobertura vegetal. Además, según el mapa de amenazas en la zona, existen alrededor de 3.000 hectáreas s deforestadas (32% del territorio) donde cerca del 84% pertenece al Distrito de Conservación de Suelos y Aguas del Caquetá. La deforestación se da esencialmente por la extracción de madera, leña para cocinar y calentar.

De otro lado, el uso inadecuado de los suelos ha afectado las zonas media y media baja de las veredas Arenoso y Alto Arenoso, evidenciados en aproximadamente 5.647 Has. (61% de la microcuenca). La contaminación hídrica la quebrada La Arenoso, se presenta por los vertimientos de la población, lo que afecta la calidad del agua, aspecto que limita el uso y disminuye el valor ecológico del recurso. De acuerdo con el censo realizado en las comunidades por las fundaciones, en promedio diario se vierten 2,5 metros cúbicos de aguas negras, fenómeno que ocurre por la disposición inadecuada de por lo menos veinticinco hogares de la zona de la vereda Alto Arenoso quienes no disponen de infraestructura para el acceso al recurso ni alcantarillado o disposición final para aguas servidas.

1.2 EL PROGRAMA DE PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES

Para el desarrollo del proyecto en el Pago por Servicios Ambientales emanado del Convenio 064 (Gobernación del Caquetá – ARACorp), se tuvo en cuenta dos elementos incluidos en el decreto 0953 del 2013: el primero fue la selección de los predios, donde los propietarios se vinculan voluntariamente al programa, demostrando tener en sus propiedades, áreas de importancia estratégica, lo que equivale a decir que sus predios se encuentran ubicados en la microcuenca con corrientes de agua o nacederos que surten de agua la quebrada La Arenoso; en segundo lugar, la realización de un trabajo de campo para identificar los

beneficios económicos de los propietarios a través del cálculo de los costos de oportunidad de uso del suelo (Aguilar & Marín, 2015) como la sumatoria de los ingresos operativos anuales y adicionales de los predios.

Para los 20 propietarios que cumplen con los requerimientos, los resultados de esta valoración fueron los siguientes: para un periodo de cinco años se requieren aproximadamente \$5.056'697.274 que serían distribuidos mensualmente en los montos descritos en el pago calculado de cada propietario (total/año \$84'278.288). El costo mínimo a pagar mensual es de \$584.500 y el monto máximo es de \$8.604.205. El promedio en el PSA es de \$226'501.800 por un periodo de 5 años (60 meses) y \$3'775.030 para un pago mensual.

En el marco del proyecto convenio se realizó un estudio complementario dirigido a la comunidad aledaña con una muestra de 100 personas y se encontró que el 95% de los encuestados cubren su demanda hídrica con agua potable de la quebrada y el 5% lo reciben de otras afluentes como el Rio Caguán; sin embargo, al momento de evaluar la Disponibilidad a Pagar por un proyecto que proteja el recurso hídrico un 18% manifestaron estar en desacuerdo.

Simultáneo al costo de oportunidad de los predios productivos, se indagó sobre la percepción general de la disponibilidad a pagar (DAP) en la comunidad de San Vicente del Caguán. El estudio de Aguilar & Marín (2015) establece que el cobro podría dividirse en tres etapas hasta su consolidación: primero, iniciar un cobro de \$1.000 para año 1: sujeto a perfeccionamiento de mecanismo y acuerdo con vehículo de pago (recibo de agua). Luego un cobro de \$ 2.000 para Año 2: sujeto a presentación de informes de sistema de monitoreo; tercero, un cobro \$ 2.500 para año 3: etapa de consolidación de proceso PSA, su continuidad estará sujeto a presentación de informe de sistema de monitoreo y continua difusión del programa. Con esto el cobro para los años 3 al 5 estaría de acuerdo a los resultados obtenidos en la fase de consolidación del programa PSA.

De otro lado, antes de emitir el pago por el servicio ambiental, se debe normatizar e institucionalizar los fondos y se contaría con 6.050 suscriptores en el sistema de acueducto municipal. Son proyectados 44 nuevos suscriptores por año, obteniendo 6.226 en el año 5 de implementación de esquema PSA. En cuanto a la percepción de la población de la zona

de influencia directa de la microcuenca un 68% respondieron estar insatisfechos con el servicio de agua y un 32% respondieron estar satisfechos; la mala calidad del agua y el servicio fueron el motivo constante.

A la comunidad encuestada se le preguntó ¿En cuál factura preferiría usted pagar el monto por la conservación y mejora de la microcuenca la arenoso? el 82% respondieron que prefieren que el cobro se vea reflejado en el recibo del agua. A la pregunta ¿Está usted enterado del proyecto conservación y recuperación de áreas de importancia estratégicas para los recursos hídricos que surten de agua el acueducto municipal de San Vicente del Caguán, convenio 064 del 21 de octubre de 2014, que se adelanta actualmente con la alcaldía municipal y CoAgroselva en pro del bienestar ambiental y los recursos hídricos. El 82% respondió no, solamente el 18% conoce el proyecto. Con ello en el informe de 2014 se concluye que falta más difusión del proyecto, para que la comunidad en general se entere del proyecto conservación y recuperación de áreas de importancia estratégicas para los recursos hídricos que surten de agua el acueducto municipal.

1.3 ANTECEDENTES DE PRECIOS HEDÓNICOS EN LA VALORACIÓN ECONÓMICA DE PREDIOS AGROPECUARIOS

En la actualidad en Colombia el uso de los precios hedónicos ha sido implementado para corroborar y argumentar la inclusión de variables ambientales (como externalidades positivas y negativas) en el mercado de tierras urbanas y rurales. De hecho el manual de valoración ambiental en Colombia presentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) integra esta metodología y la sugiere para reconocer cómo las externalidades ambientales (daños o calidad del ambiente) agrega valor a las tierras en Colombia.

Algunos ejemplos de investigaciones empleando la metodología hedónica en Colombia para el mercado de tierras se tiene el estudio de Causado et al., (2008), para establecer el precio de los predios en las áreas de Pozos Colorados en la ciudad de Santa Martha distrito turístico e histórico en Colombia, cuya finalidad fue identificar mediante la aplicación del método de precios hedónicos expresado en un modelo econométrico, las variables determinantes del valor de los predios de las áreas de Pozos Colorados incluyendo variables ambientales en la cuantificación económica de este, tales como superficie del

terreno (m²), área construida (m²), proximidad a un puerto, proximidad a la playa y proximidad a vía de acceso principal y de circulación de tractomulas que transportan carbón, las cuales tuvieron incidencia sobre el precio del suelo de las área de Pozos Colorados.

De otro lado, se tiene el estudio de Lozano & Santos (2008) denominada factores que inciden en el precio de las tierras de uso agrícola en la provincia de Mares, departamento de Santander, donde los precios de las tierras de uso agrícola se buscó reconocer factores como la calidad agroecológica de los suelos y su capacidad para generar renta, factores determinantes al momento de pactar el precio. Estos autores concluyen que el acceso equitativo a la tierra de uso agrícola mediante programas redistributivos como los de reforma agraria ha sido costoso en Colombia y se deben buscar otras estrategias e instrumentos que ayuden a dinamizar los mercados de tierras.

Otro estudio relevante es el denominado Precio del suelo y las regalías en Colombia: desde un análisis espacial para los municipios productores de petróleo, realizado por Enríquez et al., (2013), donde se observó como en las regiones que basan su actividad económica en la extracción de recursos mineros se caracterizan por la generación de rentas excedentes que provocan efectos físicos e institucionales sobre el territorio, y por medio de una aproximación hedónica, se estiman los valores del suelo utilizando una especificación econométrica con errores correlacionados espacialmente. En esta investigación se evidencia de que luego de controlar variables como localización, ingresos y atributos locales, en aquellos municipios donde se reciben regalías el precio del suelo es significativamente más bajo, concluyendo que las regalías afectan de manera negativa el equilibrio espacial, aun con un mayor consumo de amenidades.

En materia regional se tienen estudios consolidados en Ramírez (1998) y Pardo en 2005, quienes identificaron atributos que valorizan los predios en la zona de colonización del Caquetá empleando metodología hedónica; tales atributos fueron la tipología de la finca y las coberturas boscosas, pero la diferencia entre los dos estudios radica en que en las zonas consolidadas demográficamente el bosque adiciona valor al predio como en Ramírez (1998), mientras que en los frentes de colonización el fenómeno es totalmente inverso, es decir, la presencia de cobertura boscosa refleja una disponibilidad a pagar marginal negativa o cada hectárea de bosque significa un costo de oportunidad frente al rendimiento

económico agropecuario; otros factores ambientales tales como la disponibilidad de agua y riesgo de erosión no reflejan precios pues aún la región y sus tierras gozan de riqueza en estos aspectos. El estudio concluye que existen factores que 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.

En 2016 la dinámica investigativa en este campo en el ámbito regional se encuentra en auge, debido a que se adelantan diversas investigaciones empleando la metodología hedónica para valorar las fincas agropecuarias en el departamento del Caquetá:

Por ejemplo, Pardo & Orjuela (2016), donde se busca reconocer el aporte de los diferentes paisajes de bosque, rastrojos, cultivos, pastos, teniendo en cuenta su potencial en captura de carbono, el cual es otro servicio ecosistémico que brindan las coberturas naturales y de origen antrópico. El estudio busca hallar las disponibilidades a pagar para identificar los aportes en el precio de las viviendas o el costo de oportunidad dado los impactos de los sistemas productivos en estas coberturas, en la zona de influencia de la quebrada la Mono en el municipio de Belén de los Andaquíes en Caquetá, el término de este estudio se proyecta a 2017.

En la misma zona de este estudio Artunduaga & Escobar (2016), emplearán la información resultante para proponer un punto de partida para hallar el valor de los pagos por servicios ambientales de las coberturas boscosas de la zona frente a dos servicios ambientales: conservación y protección a fuentes hídricas y captura de carbono, y reconocer el valor de la disponibilidad a pagar de los hogares en los municipios por acceder a dichos servicios ambientales.

De igual forma, Orjuela (2016) propone la construcción de política ambiental a partir de la identificación de costos de oportunidad de las tierras agropecuarias en el piedemonte amazónico caqueteño relativo a sistemas agroforestales, específicamente plantaciones caucheras en arreglos con copoazú, donde se tenga en cuenta la figura de los pagos por servicios ambientales. Estos tres estudios en mención se encuentran en fase de desarrollo.

Otro estudio importante, es el propuesto por González & Martínez (2016) denominado: Esquemas por pagos de servicios ecosistémicos para el almacenamiento de carbono en el

municipio de Florencia Caquetá tiene por objetivo formular esquemas por pagos de servicios ecosistémicos en las fincas ubicadas en la microcuenca de la quebrada la Perdiz para el almacenamiento de Carbono en el Municipio de Florencia desde la perspectiva de la participación ciudadana. Esto a través del reconocimiento de las dinámicas socio-económicas y ecológicas de las fincas ubicadas en la microcuenca para proporcionar un panorama general de beneficios e incentivos tributarios en harás al desarrollo rural integral y la formalización de la economía campesina.

En temas asociados, se encuentran en desarrollo otras experiencias de valoración económica por servicios ambientales en la región, se registra el estudio de Polo (2016) realizado en el parque nacional natural Alto Fragua Indi Wassi en el nororiente del Caquetá, donde el objetivo fue determinar la valoración de la sostenibilidad desde la perspectiva de las comunidades asentadas y se empleó la integración de variables ambientales, económicas y sociales para determinar indicadores parciales para medir la sustentabilidad, como insumo para el diseño y planteamiento de propuestas de pagos por servicios ambientales.

Además de ello, se tiene el proyecto de Pardo (2016) denominado Valoración de la Sostenibilidad en sistemas agropecuarios en el piedemonte amazónico, donde en uno de sus objetivos específicos se empleará el modelo de precios hedónicos para determinar la contribución en el precio de las tierras de las coberturas, captura de carbono, disponibilidad de fuentes hídricas, rentabilidad y el índice de necesidades básicas insatisfechas entre otras variables del modelo econométrico.

Los seis estudios anteriores se encuentran en desarrollo y están adscritos y algunos financiados por la Universidad de la Amazonia, por ello no se tienen resultados, estos se esperan a partir de 2017 en las publicaciones de las revistas especializadas e indexadas a saber: Momentos de Ciencia y la Revista de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas de la Uniamazonia.

Con lo anterior, se corroboró para este estudio el uso de la metodología hedónica para la valoración económica de las coberturas, a través de la disponibilidad a pagar; se observó también la importancia de la temática en la contribución e insumo para diseño de política

así como la identificación de las coberturas y la productividad como variables críticas y de naturaleza ambiental y económica en la determinación del precio de las tierras.

2. PROBLEMA

Tanto en Colombia como en América Latina el mercado de tierras rurales presenta persistentes deficiencias relacionadas con la concentración de la tierra, baja productividad del campo, problemas de derechos de propiedad poco definidos, elevado costo de las transacciones y la debilidad de las instituciones relacionadas con éste mercado (Pardo, 2005; Tejo, 2003).

Según Pardo (2005) citando a Casas (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 predios 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 Instituto Geográfico Agustín Codazzi, que por ley desarrolla el avalúo y reconocimiento catastral para los bienes del Estado.

Pese a la existencia de los planes de ordenamiento territorial en el Caquetá, los procesos de desarrollo han sido desordenados, obedeciendo a propuestas cuyo origen es externo por de instancias nacionales o internacionales; prueba de ello se evidencia en el sector agropecuario, donde predomina una población campesina en sin acceso a la tierra, bajas posibilidades de financiación y tecnificación, sin visión empresarial por el escaso o nulo nivel educativo, que sumado a problemas de orden público, enmarca a esta población en latifundios con baja productividad (Agroselva, 2014).

La corrupción, el orden público y el sistema productivo de tipo extractivo o de producción primaria perpetúan los elementos de una economía rural poco competitiva frente a los mercados globales con un alto riesgo. El nivel de la producción agrícola de cosechas de maíz, arroz, cacao, plátano, caña panelera y yuca principalmente son inferiores al promedio nacional.

El principal uso de los suelos en la llanura amazónica es la conversión hacia pasturas para actividades agropecuarias, dado que el modelo tradicional sigue la secuencia de tala, quema y potrerización, sin manejo adecuado de fertilizantes ni de los desperdicios generados en las actividades extractivas, procesos de distribución y comercialización (Pardo 2015, Álvarez 2013, Muñoz 2011; Ramírez et al 2004). Los problemas ambientales que deja esta práctica convencional son: pérdida de bosques, pérdida del potencial de productos no maderables inmersos; pérdida de biodiversidad, pérdida de suelos, contaminación de fuentes y recursos hídricos (Pardo, 2015; Peters et al, 2013; Álvarez et al, 2013; Ramírez et al, 2004).

Según el SIAC, entre 2000 y 2007 la amazonia colombiana se deforestó 731.360 hectáreas, con una tasa anual de deforestación de 104.480 hectáreas por año. Para el Caquetá, en el año 2005 el 0,53% del área del territorio departamental fue explotada con cultivos transitorios, anuales y permanentes o semipermanentes y la cobertura en pastos fue del 27,08%, (2'409.028 has); un 72.23% del área en bosque, de los cuales el 29,57% son de bosque primario (área no intervenida) y 42.66% bosque secundario. Con ello se observa la dinámica y el cambio del uso del suelo.

Entre el decenio comprendido entre 2004 al 2014, el área acumulada de tala de bosque para el Caquetá sumo 141.150 hectáreas, lo que equivale al 2.4% del bosque total del departamento (Hansen et al, 2000). En el ámbito colombiano un informe del MADS establece que los departamentos Caquetá, Meta y Antioquia suman el 52,7% de la deforestación en Colombia; y entre la tasa de deforestación anual fue de 147 mil hectáreas.

La información geoespacial evidencia para el Caquetá que entre los años 2004 y 2012 la deforestación se concentró esencialmente en la frontera de los municipios San Vicente del Caguán y Cartagena del Chaira y recientemente en 2013 han alcanzado el noroccidente caqueteño; la falta de recursos en el sector agropecuario en la región no ha permitido

establecer prácticas representativas ni la adopción de mecanismos de desarrollo limpio para lograr una producción sostenible en materia económica y ambiental (Pardo 2015).

El territorio de San Vicente del Caguán está conformado por la Reserva Forestal de la Amazonia y con amplia vocación forestal, donde se debe establecer políticas dirigidas a detener esta actividad en zonas que comprometan ecosistemas estratégicos como los nacedores y vertederos de agua. Como ya se indicó, la zona de influencia de la quebrada La Arenoso en San Vicente, comprende áreas estratégicas para la conservación de recursos hídricos que surten agua a los acueductos municipales.

Ante la problemática expuesta dada que las actividades agropecuarias tradicionales que degradan los suelos, contaminan el recurso hídrico y generan pérdida de bosque, daños en hábitat para la biodiversidad y reducción de los servicios ambientales asociados a estos; además, teniendo en cuenta que la problemática del precio de las tierras se relaciona con que el valor de transacción no revela el valor de su potencial en cuanto a servicios ambientales de sus bosques y en virtud de aportar la valoración de estos recursos y su costo de oportunidad de uso relativo a su conservación, en este estudio se establece las siguientes preguntas de investigación:

2.1 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la disponibilidad a pagar marginal por las diferentes coberturas de bosque, cultivos y pastos como contribución al precio de una finca de actividad agropecuaria en la zona de influencia de la quebrada La Arenoso en el municipio de San Vicente del Caguán?

3. JUSTIFICACIÓN

Desde las ventajas comparativas del paisaje colombiano, con 61 millones de hectáreas en bosques, el país necesita estrategias de conservación para zonas diferentes a las del Sistema de Parques Nacionales Naturales SPNN; además, por la ineficiencia de las entidades gubernamentales ante el cumplimiento del Decreto 0953 de 2013 para establecer esquemas por pagos de servicios ambientales como una alternativa para los campesinos a participar activamente en la conservación ecosistemas estratégicos, e instaurar sistemas sostenibles de producción, mediante el ofrecimiento de un instrumento económico o incentivo tributario (Rojas & Suarez, 2015).

Determinar los costos de oportunidad de la tierra rural es fundamental para diseñar políticas de gestión ambiental, ya sea via precios o vía cantidades. Entre los instrumentos económicos se tienen los incentivos monetarios que pueden tener el carácter de un impuesto o de un subsidio, de una multa o de una compensación. Una figura de fiscalidad ambiental que es catalogada como un instrumento de regulación ambiental mixto son los llamados pagos por servicios ambientales PSA. Estos se definen como una medida de protección y conservación de ecosistemas estratégicos asociados a la prestación de servicios ambientales como fertilidad de suelos, protección de fuentes hídricas, conservación de la biodiversidad, regulación climática, entre otros.

La administración municipal y la gobernación del Caquetá, trabajan en la consolidación del pago por servicios ambientales a través del programa en la zona de microcuenca de la quebrada La Arenoso en San Vicente del Cagúan, debido a la importancia de este recurso para suplir el agua para acueducto y alcantarillado en el municipio. Esto se desarrolla mediante el convenio 064 de 2014, proyecto que determinó los COP costos de oportunidad y el rango de la disponibilidad a pagar para identificar el valor de los PSA a los beneficiarios del proyecto y los montos por año.

La siguiente investigación constituye una nueva fuente de información y contribuye al desarrollo de propuestas metodológicas de valoración económica en complemento a los métodos existentes aplicados en el convenio, 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 Política Ambiental y los Planes de Gobierno. Otros alcances de este estudio se dirigen a actores como productores, académica, ONGs, instituciones de colaboración y entidades involucradas con el mercado de tierras, que consideren aprovechar esta información para ahondar en sus investigaciones.

El aporte de esta investigación es validar los análisis económicos encontrados en los estudios del convenio que benefician a la comunidad en general y promueve la conservación del recurso hídrico. Cuantificar el valor de la Disponibilidad a Pagar Marginal DAPMg brinda un argumento fundamentado en la teoría económica que revela si las diferentes coberturas en los predios (como hectáreas de bosque, pastos, cultivos) para el programa de PSA, genera valor económico al precio de los predios de la zona. Con esto, mostrar cómo los diferentes paisajes bosque, cultivos y la productividad de los mismos, aportan o no valor económico al precio de la tierra; de ser así, lo cual demostraría los beneficios económicos de un esquema de pagos ambientales.

La importancia de identificar los valores económicos marginales por las diferentes coberturas, contribuye a enfocar esfuerzos y programas dirigidos a mejorar las fincas en tales coberturas, lo que redundará en el largo plazo en la obtención de beneficios para los propietarios de las tierras.

En la actualidad el Caquetá cuenta con pocos estudios en el tema de valoración ambiental en el sector rural, puesto que los estudios existentes se orientan en la descripción de los sistemas de producción, concentrándose en reconocimiento geofísico, en los cambios de uso del suelo manejos técnicos y algunos impactos ambientales de orden cualitativo; no se ha estudiado la relación entre el precio de las fincas y el valor de las potencialidades de éstas en términos de servicios ecosistémicos o ambientales. Entre los primeros aportes se encuentran las investigaciones en el territorio caqueteño en el piedemonte amazónico de autores como Pardo (2015, 2005), Casas (2004) y Ramírez (1998), quienes concluyen que

los estudios se deben enfocar hacia la valoración de las tierras a partir de sus potencialidades.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor de la disponibilidad a pagar marginal por las coberturas en bosque, pastos y cultivos como proxy al costo de oportunidad del uso de los suelos en las fincas agropecuarias en la zona de influencia de la quebrada La Arenoso.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a. Comprobar si las variables que representan servicios ambientales influyen en el valor económico de los predios (respaldados en la relevancia estadística y teórica dentro del modelo propuesto).

a. Identificar la magnitud y el sentido de la disponibilidad marginal a pagar por el uso del suelo en bosques, en cultivos, en pastos y la productividad por hectárea, aplicando la metodología de precios hedónicos, de forma que revele precios implícitos o costos de oportunidad del uso de suelo con destino a actividades agropecuarias.

c. Encontrar la función de precios hedónicos adecuada teórica y estadísticamente a los datos observados mediante el uso de transformaciones Box Cox.

4.2.1 HIPÓTESIS

Se espera que las hectáreas en cobertura boscosa, pastos y cultivos, al igual que la productividad anual de la finca por actividades agropecuarias, expliquen o contribuyan positivamente al valor del predio.

Esto implica que las pruebas de hipótesis de significancia deben confirmar la validez estadística de los parámetros betas β que representan las disponibilidades a pagar marginales por tipo de cobertura y por la productividad. Se espera que la magnitud de los parámetros hallados en el modelo econométrico sean valores diferentes de cero y que el sentido de los parámetros sea positivo ($\beta_i > 0$), lo cual representa que al aumentar las hectáreas por coberturas o al aumentar la productividad por hectárea, aumentaría el precio o valor de la finca como se presenta en la tabla 0.

Tabla 0. Resumen hipótesis sobre los parámetros

Variable / Parámetro	Unidades	Hipótesis alterna	Interpretación	Hipótesis nula
Extensión β_1	Has	Ha: $\beta_1 > 0$	DAPMg por ha.	Ha: $\beta_1 \leq 0$
Bosque β_2	Has.	Ha: $\beta_2 > 0$	DAPMg por ha bosque	Ha: $\beta_2 \leq 0$
Agrícolas (cultivo) β_3	Has.	Ha: $\beta_3 > 0$	DAPMg por ha cultivo	Ha: $\beta_3 \leq 0$
Productividad β_4	\$/has/año	Ha: $\beta_4 > 0$	DAPMg \$/ha/año	Ha: $\beta_4 \leq 0$
Pastos β_5	Has.	Ha: $\beta_5 > 0$	DAPMg por ha pastos	Ha: $\beta_5 \leq 0$

5. MARCO TEÓRICO

5.1 FINCAS AGROPECUARIAS EN CAQUETA Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA

Las fincas son sistemas productivos con diferentes tipos de recursos, procesos y componentes de producción que se combinan para generar ingresos dirigidos a desarrollar la economía en el sector rural o simplemente para la subsistencia de unidades familiares; su dinámica obedece a los cambios de las dimensiones socioeconómicas y ambientales (SINCHI, 2001). De acuerdo con sus características, las fincas son tipificadas o clasificadas conforme a su desarrollo tecnológico y el papel de la mano de obra, puesto que determinan las relaciones de producción del sistema; con ello se habla de formas de producción: familiares, campesinas, capitalistas, empresariales, arrendatarios y aparceros.

Las fincas consideradas como empresariales o semi empresariales son sistemas de producción, caracterizadas por la utilización de mano de obra asalariada contrario al sistema familiar donde se presentan también mayores niveles de tecnificación. Constituyen unidades con de producción con mayor capacidad de generación de excedentes productivos que pueden tomar forma de ahorro, inversión y acumulación de capital.

Con todas estas características, variables y factores, la valoración de las fincas es susceptible a la aplicación de la metodología de precios hedónicos para discriminar la contribución marginal de cada una de dichas variables sobre el precio de la tierra con un sustento teórico y metodológico que permite realizar aproximaciones válidas para el análisis económico.

Entre los estudios donde se ha aplicado la metodología de precios hedónicos en Caquetá se tienen los aportes de Ramírez (1998), Casas (2004), Pardo et al (2012) y Pardo (2015). El estudio de Ramírez (1998) tuvo por objetivo valorar predios ganaderos en la zona de piedemonte en Florencia; allí encontró que los atributos determinantes del precio de las tierras, clasificado en categorías de características convencionales, ambientales y socioeconómicas se destacaron: el área o extensión de la tierra medida en hectáreas, la distancia a centros poblados o cabecera municipales medida en kilómetros, el ingreso anual de la finca, la seguridad respecto a la presencia de grupos armados; como variables ambientales halló que las coberturas de bosque son económicamente relevantes dentro del precio de la tierra. El autor concluye que la variable seguridad rural disminuye el valor del predio mientras que variables ambientales como existencia de bosques y disponibilidad de agua en periodos de verano aumenta el precio del predio ganadero en la zona rural del municipio de Florencia.

En Colombia, autores como Goyeneche en 2003 incluyen la variable *grado de erosión* en los suelos y determina su relación inversa con el precio de la tierra en una región del Valle del Cauca. Donoso & Vicente (2001) incluyeron la variable socioeconómica nivel educativo de los propietarios y encontraron que a mayor nivel educativo mayor precio de las fincas debido a que se incrementa la capacidad de negociación.

Otros aspectos ambientales de importancia económica se relacionan con la contaminación ya sea hídrica o atmosférica como lo demuestra Carriazo en 1999 en la zona urbana de Bogotá, donde establece que la variable contaminación del aire tiene efectos negativos sobre el precio de mercado de las viviendas, pues se asocia directamente a problemas de salud. Casas en 2004 encuentra que la probabilidad de inundación en Florencia, disminuye el valor de las viviendas en cerca de diez millones de pesos respecto a otra vivienda que se ubique en una zona no inundable.

5.2 LOS SERVICIOS AMBIENTALES EN SISTEMAS AGROPECUARIOS

De acuerdo con Pardo & Sanjines (2014), los sistemas agroforestales SAF se conforman por un componente leñoso y un cultivo, instaurado en zonas rurales en las cuales se encuentran coberturas boscosas y cuerpos hídricos, que en su conjunto pueden otorgar un valor económico a las fincas debido a que se busca optimizar la relación entre los insumos, la producción y el ecosistema. Dado lo anterior, se pueden presentar interacciones importantes como los servicios de regulación hídrica, climática entre otras que conforman servicios ambientales, que según los autores constituyen parte de los principales servicios ambientales en los predios rurales, empleados como estrategias para combatir el cambio climático.

Para calcular beneficios económicos que puede obtener una comunidad por estos servicios ambientales que no poseen un mercado (es decir, no existe un sistema de precios establecidos), se han desarrollado métodos de valoración ambiental (VEA) los cuales se fundamentan en la teoría microeconómica y en la econometría para modelar funciones de demanda y oferta que permitan obtener aproximaciones a criterios tales como excedente del consumidor y valoración compensada, como medición del bienestar económico.

De acuerdo con Pardo (2015); Moreno 2005; Rodríguez, 2008 y Hartwick & Olewiler, 1998, los servicios ambientales SA se pueden clasificar en: servicios de apoyo, de aprovisionamiento, de regulación y servicios culturales. Los servicios de apoyo hacen referencia los ecosistemas inmersos en los ciclos biogeoquímicos o naturales, tales como la regulación del clima, creación de nutrientes, la garantía de los procesos de fotosíntesis y respiración, mantenimiento y composición de la atmósfera, la diversidad biológica y genética, formación de suelo y agua, de igual forma son los procesos que permiten la restauración del equilibrio de los ecosistemas en un tiempo natural (González, 2012).

Los servicios de aprovisionamiento se relacionan con la capacidad de proveer los recursos utilizados como insumos, materias primas, bienes de consumo directo, recursos genéticos,

productos bioquímicos, medicinas y productos farmacéuticos. De otro lado, los servicios de regulación que brindan soporte a la vida y a los procesos productivos, entre ellos se tienen la regulación del clima, formación de alimentos, ciclaje de elementos, regulación de la erosión, purificación y tratamiento de aguas de desecho, regulación de enfermedades, pestes, desastres naturales, polinización, sumideros, entre otros a través de los ecosistemas (Pardo & Sanjines, 2014).

Los servicios culturales se relacionan con los valores espirituales, religiosos y estéticos relativos al valor de existencia de las especies, la calidad de áreas naturales para la recreación y el ecoturismo derivados de ello; otros como la belleza escénica, la fijación de carbono, captación hídrica, protección de suelos, energía, diversidad genética, banco de producción de oxígeno, e incluso la investigación (Barzev, 2002; Guzmán, 2010).

Entre los principales Servicios Ambientales observados en ecosistemas asociados a las sistemas agropecuarios se encuentran: sumideros de carbono, conservación de agua, conservación de suelos, reducción de la erosión retención de agua en el subsuelo y paisaje; disfrute paisajístico por belleza escénica y productividad hídrica (Pardo 2015, Orjuela-Chaves, Andrade & Vargas 2014; Andrade, Marín & Pachón 2014; Somarriba et al 2013; Camacho & Solano 2010).

En la valoración de los servicios ecosistémicos o ambientales por conservación de los bosques, se han usado métodos como valoración contingente, costo viaje, precios hedónicos, función de daño, incluso para interacciones como la producción de suelos, regulación climática, bancos genéticos, producción de agua y almacenamiento de carbono.

5.3 MÉTODO DE VALORACIÓN AMBIENTAL PRECIOS HEDÓNICOS

Los métodos de valoración económica ambiental se fundamentan en que todo servicio ambiental posee valores de acuerdo con la importancia para la población o una comunidad. Esto es denominado como el enfoque del valor económico total, el cual es el resultado de tomar en cuenta el valor de uso de un recurso y su valor de no uso. Un bien es valorado

por su uso directo o indirecto o incluso por su no uso o por su uso potencial (Uribe et al 2002; Mendieta, 2001; Freeman 2001; Azqueta 1995).

El valor de uso directo representa el valor económico asignado al recurso natural por los beneficios generados de su uso en actividades productivas, para este caso puede asociarse al ingreso que generan las hectáreas de cultivo o aquellas destinadas a la actividad ganadera u otras pecuarias; de otro lado el valor de uso indirecto es aquel que puede asociarse a los beneficios generados por la conservación del bosque, como protección del hábitat, conservación de especies de flora y fauna; y el valor de no uso es aquel asignado por la conservación dejar un legado para futuras generaciones (Pardo & Sanjines, 2014; Cristeche & Penna 2008, Uribe et al 2001).

Los métodos indirectos son aquellos que emplean mercados relacionados y tienen consolidado un sistema de precios que pueden asociarse con un servicio ecosistémico. Los métodos indirectos más conocidos son: precios hedónicos, costo viaje y función de daño (Pardo et al, 2012; Sanjines 2012; Carlson, 2011). Entre las metodologías de valoración ambiental, los precios hedónicos es uno de los métodos más utilizados para determinar el valor de bienes con características diversas o heterogéneas que relaciona el precio de un producto diferenciado sus características (Pardo 2015; Pardo et al, 2012, Freeman, 1999), para este caso es el precio de las fincas relacionado con tamaño, coberturas y productividad.

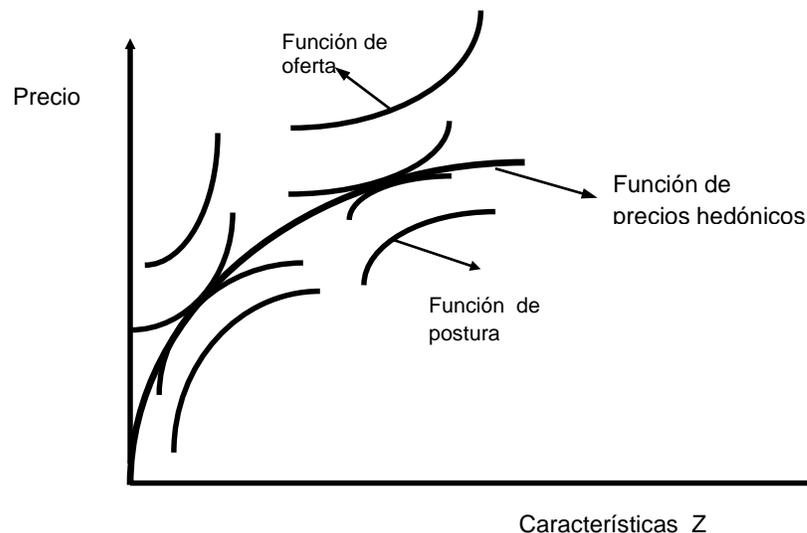
El método de precios hedónicos obtiene los valores de uso del bien ambiental para las personas que lo perciben sin tomar en cuenta los valores de no uso. Precios hedónicos estima valores de uso directo e indirecto y para ello se apoya en mercados existentes, por ejemplo el mercado de tierras ganaderas, agrícolas, o el precio de la madera si se piensa en un valor de uso directo del bosque.

Aunque el método se introdujo en 1967, fue hasta la publicación del artículo de Rosen (1974) y Palmquist (1989) en donde se estableció el fundamento de la economía neoclásica

con herramientas concretas. Actualmente los precios hedónicos son aplicados en la determinación de precios de tierras agrícolas y pagos salariales. Existen casos del precio de las viviendas urbanas ante el 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 (Pardo 2005, Bin & Polasky, 2004), estudios en los cuales se manejan sistemas georeferenciados de información.

La teoría de los precios hedónicos está fundamentada en solucionar un problema de maximización de la utilidad de un bien o servicio (la finca en este caso), que cuenta con diversas características (tamaño, coberturas e ingresos por productividad). En lenguaje matemático esto es un problema de maximización de la utilidad ($U = U(q, Z)$), sujeta a un presupuesto ($Y = p(q + Z)$), donde q es el bien (finca), Z las características de tipo ambiental, Y es el ingreso operativo y P precio de postura de la finca.

Las condiciones de primer orden de este problema indican que la utilidad marginal puede entenderse como la aproximación al costo marginal ($\partial U / \partial Z = \lambda p$), donde este término puede ser calculado (λp); con esto, el modelo de precios es una ecuación dada en función de las características $P = P(q, z_1, z_2, \dots, z_m)$, que representa los precios en el equilibrio del mercado. La figura 1 presenta la idea fundamental de acuerdo con Carriazo citado en Pardo et al (2012).

Figura 1. Modelo de Precios Hedónicos.

Fuente: Pardo et al (2012).

La metodología tiene por objetivo: descubrir que características explican el precio de un bien obteniendo la importancia cuantitativa de ellos; determinar los precios implícitos por cada característica encontrando la disponibilidad a pagar marginal y estimar los impactos de una externalidad (Pardo et al 2012; Uribe et al 2001, Mendieta, (2001). Uno de los problemas más frecuentes en el método de precios hedónicos es hallar la forma funcional correcta debido a la cantidad de variables o características que describen al bien evaluado.

Esto es denominado como *problema de especificación*, sin embargo esta dificultad ha sido superada mediante la aplicación de las *transformaciones Box Cox* que desde los años ochenta se empezó a aplicarse con el propósito de estimar la forma funcional de mayor ajuste a los datos, como se presenta:

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

Donde la variable explicada P es el precio de la finca, y las variables independientes están dadas por el vector de atributos \mathbf{Z} , y $\theta, \lambda, \alpha, \gamma$ son parámetros donde la transformación de P y \mathbf{Z} está dada por:

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

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

De acuerdo con los valores de theta y lamda, se pueden observar las siguientes formas funcionales expuestas en la tabla 1.

Tabla 1. Formas funcionales

Forma funcional	Parámetros
Lineal	$\theta = \lambda = 1$
Doble log	$\theta = \lambda = 0$
Semi log (log-lin)	$\theta = 0, \lambda = 1$
Semi log inversa (lin-log)	$\theta = 1, \lambda = 0$
Box Cox no restringida 1 (BCNR1)	$\theta = \lambda \neq 0$
Box Cox no restringida 2 (BCNR2)	$\theta \neq \lambda \neq 0$

Fuente: Mendieta, 2001 citado en Pardo et al 2012

Los supuestos son los siguientes: el precio hallado es aquel dado en el momento de la transacción en el mercado; las fincas se encuentran inmersas en un mercado competitivo; los bienes ambientales son bienes superiores y existe complementariedad débil.

5.4 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES PSA Y LA EXPERIENCIA EN COLOMBIA Y CAQUETÁ

4.4.1 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES (PSA)

El Concepto. De acuerdo con el MADS (2015) son incentivos en dinero o especie materializados en acuerdos, que parten del principio de reconocer los esfuerzos de los propietarios y poseedores de predios por conservar los ecosistemas naturales en áreas estratégicas para el abastecimiento de agua, por parte de quienes se benefician de los servicios ecosistémicos hídricos.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió el decreto 953 de 2013 con el cual reglamenta en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, modificado por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011, referente a la inversión de al menos el 1% de los ingresos corrientes de las entidades territoriales en la adquisición y mantenimiento de predios o la financiación de esquemas de Pagos por Servicios Ambientales - PSA en áreas que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales.

Esta norma faculta a las entidades territoriales el reconocimiento del incentivo de PSA en dinero o especie a propietarios o poseedores de predios localizados en áreas estratégicas que benefician a los acueductos. Con ello el país cuenta con importantes iniciativas de esquemas de PSA hídrico impulsadas e implementadas por acueductos rurales y urbanos, Organizaciones No Gubernamentales ONGs, Autoridades Ambientales entre otros.

El PSA se da dentro de un marco negociado y voluntario que lo distingue de las medidas de mando y control. Se puede concebir como una transacción voluntaria, al igual que el acuerdo de pago o transacción sobre la actividad o uso del suelo que afecta un servicio ambiental definido. Es un reconocimiento económico por el desarrollo de una actividad asociada al servicio ambiental. Abarca diferentes modalidades como pagos directos, indirectos o en especie y por lo que debe existir un comprador (consumidor) y un vendedor (proveedor del servicio), el cual debe estar también garantizado. Debe existir por lo menos un comprador y por lo menos un proveedor del servicio ambiental. La transacción es condicional a la provisión del servicio ambiental, es decir, que si el servicio ambiental no es

prestado o no se comprueba el uso de la tierra relacionado, no sería objeto del reconocimiento (Wunder, 2005 citado por Rojas & Suarez, 2015).

Los elementos de los esquemas de Pago por Servicios Ambientales. Los PSA involucra: un servicio ambiental; un operador, un beneficiario y mecanismos financieros y mecanismos de pago Pagiola y Platais (2002). Para instaurar un esquema de PSA se requiere generar un mecanismo de recolección de recursos en los posibles beneficiarios además de los arreglos institucionales y garantías de cumplimiento por parte de los proveedores de los servicios ecosistémicos; lo anterior en el marco de compromisos formales y pagos relativos al aporte del proveedor. Así mismo, el operador del PSA podrá ser una institución, persona, natural o jurídica adjudicada por el gobierno.

Base normativa y jurídica. Existen varios referentes normativos y jurídicos, entre los más importantes se citan: la Constitución Política de Colombia, el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, la Ley 99 de 1993 (artículo 5 de la Ley 99 de 1993, numeral 1 Estrategia Nacional de Pagos por Servicios ambientales) además de todas las gestiones realizadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,

Como pilar del Programa de Pago por Servicios Ambientales se cuenta con la Ley 99 de 1993 Artículo 111, modificada por el artículo 210 de la Ley 1450 de 2011 donde se dispuso -los departamentos y municipios dedicaran un porcentaje no inferior al 1% de sus ingresos corrientes para la adquisición y mantenimiento de las áreas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos que surten de agua a los acueductos municipales, distritales y regionales o para financiar esquemas de pago por servicios ambientales en dichas áreas.

Reglamentando lo anterior se crea por medio del Decreto 0953 de 2013 el esquema de pago por servicios ambientales, sus lineamientos y campos de acción para todos los departamentos, buscando fortalecer por medio de la implementación de estos los valores

culturales y de reconocimiento social asociado a la conservación de recursos hídricos y de la biodiversidad del país.

Para ello es necesario articular la efectividad de leyes y decretos como el incentivo forestal, tasa retributivas y se debe realizar un decreto departamental en Pago Por Servicio de Agua para fuentes hídricas abastecedoras de agua Potable, impuestos de rentas propias contemplado en la Ley 99 de 1993 como el porcentaje del impuesto predial, las transferencias del sector eléctrico y las tasas ambientales que pagan por compensación ambiental las petroleras y entidades que realizan aprovechamiento forestal, entre otras que enmarca la ley, del mismo modo, el 1% de sus ingresos corrientes de los municipios contemplado en el artículo 210 de la ley 1450 de 2011 se debe invertir, cada año, en áreas de importancia estratégica para la conservación del recurso hídrico que surte de agua los acueductos municipales, distritales y regionales. Como requerimientos mínimos necesarios para la escogencia e inclusión de las fincas en programas de PSA se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

i) Predios con matrícula. El decreto 0953 de 2013 define la inclusión de predios para proyectos PSA deben estar registrados ante la autoridad competente.

ii) Hectáreas máximas permitidas para el Pago. El decreto 953 de 2013 define el incentivo de pagos por servicios ambientales hasta para un máximo de cincuenta (50) hectáreas.

5.4.2 EXPERIENCIAS DE LOS PSA EN LATINOAMÉRICA, COLOMBIA Y CAQUETÁ

De acuerdo con Aguilar & Marín (2015) los pagos por servicios ambientales no es un tema novedoso en la región latinoamericana, se han implementado figuras tales como los

subsidios y se han apoyado acciones desde planes de manejo de cuencas hidrográficas, programas de conservación de bosques, suelos, cultivos y reforestación.

Costa Rica es uno de los países pioneros en la implementación de los PSA. Pagiola (2007) presenta cómo se han ido desarrollando los métodos que se han usado para establecer el pago a los usuarios por los beneficios obtenidos de los servicios ecosistémicos tales como disponibilidad de agua, diversidad biológica y almacenamiento de carbono. Además, el mejoramiento continuo de las condiciones de estos servicios. El autor también examina los PSA en sistemas silvopastoriles en Nicaragua, donde se pretende mejorar la producción agrícola, manteniendo intactos los servicios ecosistémicos como secuestro de carbono y la biodiversidad en el río Blanco en Matiguas.

De otro lado en Kalacska et al (2007) se presenta la evaluación y estimación de pagos por servicios ambientales con imágenes satelitales de bosques tropicales en Costa Rica y México, en el cual se determinó que el total de la cubierta forestal fue inflado debido a una sobre estimación de los bosques. De igual forma en 2007 Locatelli et al (2011) analizaron los impactos de la reforestación en el marco PSA aplicando análisis multicriterio, que integró características sociales, económicas, culturales y políticas de los propietarios de las tierras.

Muñoz et al (2007) hizo una reflexión sobre PSA por servicios hídricos en bosques de México donde expone el diseño y construcción de la política; también presenta la regulación para su funcionamiento y un mecanismo de evaluación inicial. Allí se concluyó que el programa incluyó muchas zonas donde el riesgo de deforestación fue bajo.

En Vunden et al (2007) se presenta el caso de los PSA en las cuencas hidrográficas de y de almacenamiento de carbono en Ecuador, contando con 5 y 12 años de experiencia respectivamente; allí se comparan los dos casos, concluyendo que ambas experiencias son eficaces. También se destaca el estudio de Kosoy et al (2006) quienes compararon tres situaciones de PSA en América Central; tuvieron en cuenta costos de oportunidad asociado a la conservación de bosques y recurso hídrico, encontrando que los COP son mayores al

pago realizado, lo cual se convierte a la figura de PSA en distorsionante del mercado de tierras.

A nivel de Colombia se puede mencionar la experiencia de la investigación de Borda et al (2007) desarrollada por el Instituto Humboldt, en la microcuenca Chaina que abastece de agua a aproximadamente 5600 usuarios a través de cinco concesiones de agua otorgadas a juntas administradoras de agua en Villa de Leiva, donde se observó que parte de los cambios de uso de suelo para la introducción de ganado y cultivos de maíz y papa, afectaran la calidad de los servicios ambientales relativos al ciclo hídrico en temporadas de sequía.

El esquema de pagos PSA de la microcuenca de Chaina consiste en: (i) Un instrumento económico (ii) El servicio ambiental plenamente definido; (iii) un mecanismo de financiación y (iv) El mecanismo de administración e implementación del plan de manejo de la microcuenca Chaina.

Otra experiencia en Colombia es la del programa de Pago por Servicios ambientales que adelanta la Secretaria del Ambiente de la Gobernación de Cundinamarca, que busca brindar a la comunidad una oportunidad incluyente en la conservación de ecosistemas estratégicos que abastezcan acueductos municipales o locales, mediante la inversión de dineros públicos que representen incentivos a los esfuerzos realizados por los propietarios de predios de interés hídrico, como uno de los servicios ambientales actualmente más importantes: el agua (Rojas & Suarez, 2015).

Esto a través de la Corporación Ambiental Empresarial –CAEM, filial de la Cámara de Comercio de Bogotá como operador del programa en el departamento de Cundinamarca, el cual ha consolidado una ruta metodológica interdisciplinar que parte desde el año 2014 donde se firmó el primer convenio para la implementación del programa PSA con recursos públicos en el departamento de Cundinamarca (Convenio 019 -CAEM- Gobernación de Cundinamarca-), y que se ha venido ejecutando a lo largo del 2015 en los municipios piloto (Villapinzón, Chocontá, Cogua, Zipaquirá, Sibaté, Bojacá, Tabio, San Antonio del Tequendama y Viotá)

La CAEM, ha desarrollado una ruta metodológica fundamentada en tres líneas de verificación: i) Verificación conjunta con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) donde se confirma que los predios postulados por las diferentes alcaldías se encuentren ubicados en las áreas delimitadas por las Corporaciones. ii) Verificación jurídica, que permite direccionar el pago a aquellos predios y iii). Una línea Económica que permite realizar la adjudicación de recursos según los criterios base expresados en el decreto 0953 de 2013.

En este proyecto para establecer el valor del PSA se empleó el modelo de costo de oportunidad (COP) mediante el principio de la estimación del beneficio (BEN), el cual es derivado de la resta de los ingresos brutos totales y los costos operativos. Esto se estudió para la provincia de la Sabana Centro en los municipios representativos: Cogua y Zipaquirá. Se concluyó que el COP y por tanto el valor del PSA fuese de \$600.000 para un periodo de un año, donde los propietarios de los predios ubicados en las áreas de importancia estratégicas, encuentran en el programa una solución sostenible para la conservación.

En Caquetá, la Gobernación y la Administración municipal del municipio de San Vicente del Cagúan ha decidido centrar sus esfuerzos en la seguridad alimentaria como en la crisis Ambiental, problemática que se acrecienta debido al estado de degradación de las cuencas hídricas, la desorientación en los sistemas productivos, la ampliación de la frontera agropecuaria, los procesos de colonización desorganizados, la pobre articulación de procesos, y el desconocimiento de las implicaciones futuras en el abastecimiento básico de servicios ambientales, la salud, la economía, la política y gobernanza de los territorios, entre otros, los ecosistemas con alta prioridad de conservación y manejo sostenible se encuentran en estado avanzado de degradación en el territorio Andino-Amazónico del Caquetá (PAM, 2015).

En correspondencia, el Plan de Desarrollo departamental “Gobierno de Oportunidades 2012-2015”, cuyo fin es consolidar la producción departamental de bienes y servicios ambientales y aprovechar las ventajas comparativas que tiene el Caquetá en estos sectores, se propone que a nivel local la implementación de programas de Pago de Servicios Ambientales PSA. En la actualidad se está desarrollando el programa de Pago

por Servicios Ambientales en la quebrada El Arenoso, para los 20 propietarios que cumplen con los requerimientos descritos en el apartado 1 de este documento de acuerdo con Rojas & Suarez (2015). Las conclusiones de la experiencia en San Vicente del Cagúan en Caquetá es que la implementación del esquema PSA en la microcuenca de la quebrada La Arenoso es viable dado la certificación técnica, las condiciones institucionales y proyecciones financieras.

En el Caquetá otra iniciativa de PSA se ha establecido en el municipio de Belén de los Andaquíes, de acuerdo con los proyectos de la administración local y algunas ONG´s como Tierra viva, para lograr constituir la zona como un parque natural municipal donde los servicios ambientales sean reconocidos por productores y la comunidad en general. En el momento se encuentran evaluando la viabilidad socioeconómica de PSA por servicios ecosistémicos en la zona de influencia de la microcuenca de la quebrada la Mono (Tierraviva, 2014).

5.5 FORMAS ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES

5.5.1 COSTO DE OPORTUNIDAD

El costo de oportunidad es el valor monetario por el cual se está dispuesto a renunciar un bien para obtener otro; o como lo definen los economistas, son los 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). Los PSA pueden ser la suma de todos los posibles beneficios que tiene el productor en su tierra; es decir, que puede ser expresado en pesos por hectárea por año.

Según Amarilla, citado en Rojas & Suarez (2015), también puede calcularse aplicando la siguiente formula, que parte de obtener lo que se denomina como el valor económico del bosque.

$$VEB = \frac{(Ing / ha / año)_{n_1} (CPRI + CB + CG) + (Ing / ha / año)_{n_2} (CPRI + CB + CG) + \dots}{Q_{(rubros)}}$$

Donde n_i es el número de rubros i , CPRI es el coeficiente de producción para riesgo e incertidumbre en la inversión (según el autor se emplea); CB es el coeficiente biológico y el CG es el coeficiente geográfico.

Tabla 2. Criterios de factor de corrección biológico y geográfico.

Aspecto	Criterio	Variables
Biológico	Cobertura	Cultivos anuales
		Cultivos permanentes
		Pastos naturales
		Pastos mejorados
		Frutales
		Plantación comercial
		Bambú (Guadua)
		Bosque secundario
		Bosque ripario
		Bosque primario
	Banco forrajero	
	Científico	Especies amenazadas
		Especies CITES
		Belleza escénica
		Riqueza cultural
Conectividad	A Parques Naturales	
	A reservas nacionales	
	A reservas regionales	
	A reservas locales	
	A reservas campesinas	
	A reserva privada	
Geográfico	Cuenca	Escala
		Tributario
		Altitud
		Relación con el recurso hídrico
	Proximidad	Proximidad
	Legal	Ronda
	Tamaño	En Hectáreas

(Aguilar & Marín, 2015)

Es decir que para estimar el costo de oportunidad, se deben calcular los beneficios netos en un periodo de tiempo determinado, lo que corresponde a diferencia entre los ingresos brutos y los costos de producción de la actividad agropecuaria del sistema productivo; sin

embargo otra forma de estimar el costo de oportunidad de la tierra son los valores asociados al arrendamiento del predio.

En Borda, Moreno & Wunder (2010), un análisis simple de correlaciones entre las variables (costo de oportunidad, pago anual, valor comercial, área en pastos, pendiente y altitud, distancia a caminos más cercanos) para los predios del proyecto de la microcuenca Chaina en el departamento de Boyacá, muestra una fuerte relación negativa entre el valor comercial y la distancia a la carretera (-0,94); una relación positiva entre los costos de oportunidad y el valor comercial (0,71); una relación inversa entre el valor comercial y la pendiente promedio del predio (-0,93) y una relación también negativa entre el valor comercial y la altitud (-0.91). Estos resultados son consistentes con lo esperado teóricamente.

Los mismos autores realizan un análisis de relevancia para identificar con mayor precisión de qué depende el pago a los proveedores del servicio. En el esquema de PSA de la microcuenca de Chaina explican el pago actual en función del costo de oportunidad y la distancia al camino más cercano; aunque se realizaron regresiones para otras variables explicativas (valor comercial del predio, pendiente y altitud), sus coeficientes fueron los siguientes (ver tabla 3):

Tabla 3. Estimaciones del costos de oportunidad y el pago PSA en Microcuenca Chaina.

Variable	Modelo 1			Modelo 2		
	Coeficiente	Error Estándar	Significancia	Coeficiente	Error Estándar	Significancia
COP	2,084	0,775	Al 5%			
Distancia				-0,212	0,101	Al 1%
Constante	-5,608			588,98	173,83	Al 95%
R2	0,5			0,4		
R2 ajustado	0,4			0,3		

Tomado de Borda, Moreno & Wunder (2010)

5.6 MEDIDAS DE BIENESTAR ECONÓMICO: LA DISPONIBILIDAD A PAGAR (TOTAL Y MARGINAL)

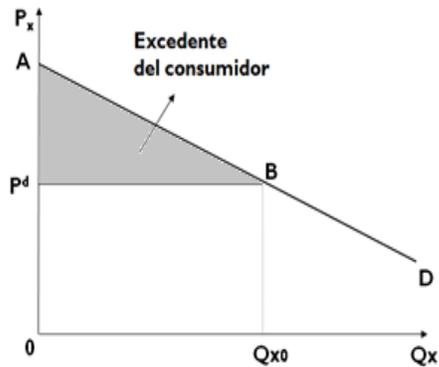
Entre las principales medidas de *bienestar económico* para cuantificar el bienestar generado por una política, programa o proyecto se encuentran: el excedente del consumidor; el excedente del productor, la variación compensatoria o compensada y la variación equivalente (Pardo, Andrade & Hermosa, 2012; Castro & Mokate, 2008). Los beneficios son verificables si se conocen los beneficios en los escenarios con o sin proyecto, es decir medir los cambios de la productividad en el panorama antes y después.

Este estudio buscará determinar la disponibilidad a pagar marginal, aplicando la metodología de precios hedónicos, para observar el coeficiente que acompaña a la variable cobertura boscosa, cultivos, pastos y su productividad. Este ejercicio supone: la existencia de una curva de demanda para las tierras de la zona en un mercado de mercado en competencia perfecta, donde el precio de los predios depende de características como: tamaño, productividad, ingreso y atributos ambientales.

Se desea conocer la relación entre la característica ambiental con el precio de la finca. De esta forma reconocer si se trata de externalidades positivas o negativas. Si el coeficiente es positivo significa que la característica aumenta el precio de la finca; pero si el cambio el coeficiente o cambio marginal es negativo, se traduce como una externalidad que disminuye el precio del predio; tales sentidos, dan cuenta del impacto; y la magnitud del valor del cambio en el precio.

El excedente del consumidor como indicador para medir el bienestar es un concepto teórico que representa los ahorros o recursos de los consumidores por participar en un mercado y que quedan disponibles para invertir en otro mercado de otro bien (figura 2 ilustra el concepto).

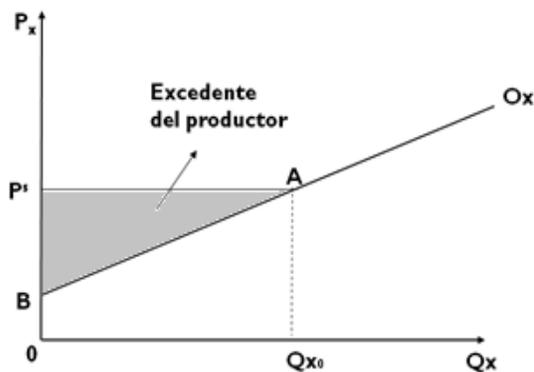
Figura 2. Curva de la demanda y área del excedente del consumidor.



Fuente: Pardo, Andrade & Hermosa, 2012).

Los estudios de evaluación de impacto miden el cambio positivo o negativo del excedente del consumidor generado por la ejecución de un proyecto. De otro lado, también se puede medir el bienestar que experimentan los productores a través del llamado excedente del productor, el cual representa los beneficios económicos para los productores por ofrecer bienes y servicios. En la figura 3 se representa el concepto del excedente del productor.

Figura 3. Curva de la oferta y área del excedente del productor



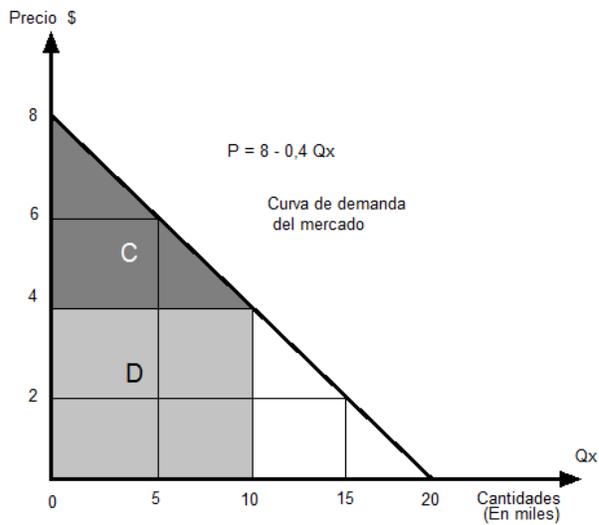
Fuente: Tomado de Mendieta, 2001

Disponibilidad a pagar. Es el valor que se está dispuesto a pagar (en \$) por una unidad adicional de la característica o cantidad del bien demandado. Para comprender la disponibilidad a pagar, se tomará el ejemplo presentado por Pardo, Andrade & Hermosa (2012) citando a Castro y Mokate (2008) donde expresa que este es el máximo precio que el individuo está dispuesto a sufragar por una cantidad específica de un bien o de un servicio:

En la figura 4 presenta una curva de demanda, donde las cantidades alcanzan un máximo de 20.000 unidades y el precio máximo o de choque alcanza un valor de \$8. Los autores aclaran que la diferencia entre la disponibilidad a pagar total DAP y la disponibilidad a pagar marginal DAPMg. La DAPMg corresponde al precio que los consumidores están dispuestos a pagar por una unidad adicional de producto; por ejemplo, en la figura 4, la DAPMg por la unidad 15 es \$2, y la DAPMg por la unidad 10 es de \$4.

La DAP total se presenta en la figura 4 y corresponde al área sombreada (la sumatoria de las áreas C y D). D representa el pago real de los compradores; el área C indica el beneficio obtenido por consumir una cantidad, para este caso, 10 unidades.

Figura 4. Ejemplo de curva de demanda del mercado.



Fuente: Tomado de Pardo, Andrade & Hermosa (2012)

Esta investigación busca emplear el método alternativo Precios Hedónicos, para hallar el costo de oportunidad por la cobertura de las fincas objeto de estudio.

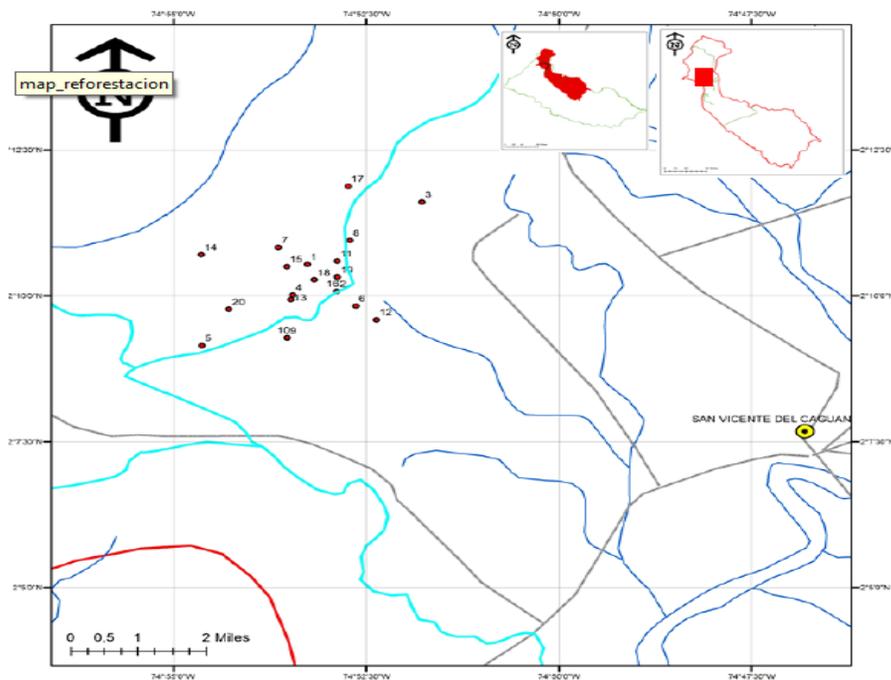
6. METODOLOGÍA

Esta investigación es de naturaleza cuantitativa y cualitativa dada la naturaleza de las variables de estudio. Desde el punto de vista del análisis de datos, es un estudio descriptivo pues usa como herramienta la estadística descriptiva; y es inferencial pues puede emplearse para realizar pronóstico y proyecciones de variables como el precio de las fincas, los costos de oportunidad y el pago por los servicios ambientales.

6.1 LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Los datos provienen de veinte fincas de la zona de influencia directa de la quebrada El Arenoso, la cual está ubicada entre las siguientes coordenadas: $2^{\circ}4'0,78''$ de latitud norte; el extremo septentrional a los $2^{\circ}13'43,60''$, de latitud norte; el extremo occidental a los $74^{\circ}54'45.18''$ de longitud oeste, y el extremo oriental a los $74^{\circ}46'26.39''$ de longitud oeste (Colombia, Caquetá, San Vicente) (PMA, 2015).

Figura 5. Zona de influencia de la microcuenca quebrada La Arenoso.



Fuente: Tomado de SIFA (2015)

En su trayecto la quebrada La Arenoso recoge las aguas de los afluentes: La Danta, Sabaleta, La Tolda, La Aleta, La Viuda, Cachudales, La Lindosa, El Salado, entre otros (PAM, 2015). En la figura 5 se observa la ubicación de la población y muestra.

6.2 POBLACIÓN Y LA MUESTRA

El tipo de muestreo empleado es de conveniencia no probabilístico y corresponde al 100% de los beneficiarios del programa de PSA en San Vicente del Caguán. Esto corresponde a los datos de 20 predios ubicados en la zona de influencia directa de la microcuenca, donde la selección de los predios se realizó con la vinculación voluntaria de los propietarios al programa bajo el requerimiento de tierras ubicadas en la microcuenca con corrientes de agua o nacederos que surtan de agua la quebrada La Arenoso. Sin embargo, dos fincas de los predios encuestados no se tuvieron en cuenta debido a que no tenían datos completos

para las variables requeridas dentro del modelo econométrico; con ello, la muestra corresponde al 90% de la población, es decir, 18 fincas de 20.

Tabla 4. Relación de fincas del proyecto de PSA

No.	Veredas	Finca
1	Alto Arenoso	Buenvista
2	Alto Arenoso	El Zinú
3	Alto Arenoso	Vientecitos
4	Alto Arenoso	La argentina
5	Alto Arenoso	el portal
6	Alto Arenoso	el encanto
7	Alto Arenoso	aguas claras
8	Alto Arenoso	El Edén
9	Alto Arenoso	Villa Alejandra
10	Alto Arenoso	Buenos aires
11	Alto Arenoso	Las brisas
12	Alto Arenoso	Montecristo
13	Alto Arenoso	La esperanza
14	Alto Arenoso	La florida
15	Alto Arenoso	Las delicias
16	La Sureña	Buenvista
17	Alto Arenoso	El portal
18	Alto Arenoso	El encanto
19	Alto Arenoso	Rojas
20	Alto Arenoso	Morales

Fuente: Aguilar & Marín (2015)

6.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Con la información y datos suministrados por ARACorp y AgroSelva, se obtuvo la base de datos que posee información sobre una muestra de fincas localizadas en el área de influencia de la microcuenca de la quebrada La Arenoso correspondiente a los beneficiarios potenciales del programa de PSA de acuerdo con el convenio No. 64 del municipio de San Vicente y Aracorp. Esta información describe las principales características de los sistemas productivos y ambientales, la cual se recolectó mediante técnica de encuesta in situ en 2015 donde tuvo en cuenta las variables que describe la tabla 5. Allí se observan las principales variables que se emplearán en el modelo econométrico: precio (de acuerdo con la percepción del propietario o productor medido en pesos; hectáreas de las diferentes coberturas (pastos, cultivos, bosques) y la rentabilidad medida en pesos por hectárea al año.

Tabla 5. Variables de la encuesta

Ubicación	Población	Hectáreas	Agrícola	Pecuaría
Beneficiario	Propietario	Precio	Bosque	Ganado
Vereda	Cédula	Estado legal	Rastrojo	Cerdos
Municipio	Celular	Área (Has)	Cultivos	Aves
Finca	Género	Tecnificado	Pastos	Caballos
Coordenadas	Hombres		Producción	Peces
	Mujeres		Rendimiento	Precios
	Vulnerabilidad		Infraestructura	Productos

Fuente: Informe 2014

6.4 MODELOS ECONÓMÉTICOS PROPUESTOS

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:

$$(1) \quad Prec^{(\theta)} = \beta_0 + \beta_1 Area^\lambda + \beta_2 Bosq^\lambda + \beta_3 Agro^\lambda + \beta_4 Ing^\lambda + \beta_5 Past + \varepsilon_i$$

Donde las variables son descritas a continuación:

Prec = Variable explicada continua que expresa el precio de la finca en millones de pesos de 2015.

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

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

Agro = Variable explicativa dummy que toma el valor de 1 si la unidad de paisaje tiene cultivos y toma el valor de 0 si no tiene cultivos.

Ing = Variable explicativa continua que expresa en millones de pesos de 2015 el ingreso anual generado por la actividad agropecuaria en el predio.

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

$\varepsilon_i =$ Término de error con $N \sim (0, \sigma^2)$

También se realizará un análisis de correlación para observar la dependencia entre las variables COP y los PSA. Se obtendrán los parámetros del modelo por método de estimación Máxima Verosimilitud, debido a que se trata de un modelo no lineal en sus parámetros. Se empleará el programa Excel y Limdep versión académica.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE LA MUESTRA

A continuación se presenta la estadística descriptiva de las variables de estudio mediante tablas de frecuencias y tablas de parámetros.

Tabla 6. Estadística descriptiva de las variables del estudio.

Parámetro	Precio por ha	Precios	Ha	Bosque	Pasto	Cultivo	Productividad
Promedio	1,24	97,44	80,06	28,75	45,07	1,05	1,12
Mediana	1,21	85,00	69,00	20,00	44,25	0,88	1,26
Desviación estándar	0,17	50,01	43,80	24,37	23,57	0,98	0,48
Máximo	1,67	200,00	190,00	100,00	90,00	3,00	2,00
Mínimo	0,90	27,00	25,00	6,00	13,50	0,10	0,21

Se observa que el precio promedio de los predios rurales corresponde a \$97,44 millones a pesos de 2015; con un promedio de hectárea de \$1'240.000. En promedio el tamaño de las tierras es de 80,06 has, indicando que se concentran en fincas de extensión tipo medio (El rango para predios rurales para la determinación de tamaño es: $X < 20$ ha pequeños, $20 < X < 500$ ha. medios, $X > 500$ ha. Extensos, Castaño, 1999). Las fincas tienen en promedio 28,75 has de bosque; 45,07 has en pastos con fines ganaderos y 1,05 has en cultivos, lo cual indica que la vocación de los predios ha sido ganadera y forestal con prácticas tradicionales.

La productividad promedio por ha es de \$1'120.000 al año. De acuerdo con los datos de Aguilar & Marín (2015), estos son las estadísticas de las variables Valor Económico del Bosque y el pago de los servicios ambientales mensuales por hectárea. Las medidas de tendencia central coinciden para el precio por hectárea de tierra, hectáreas en pasto y cultivo y para la productividad, pero en las variables precios, hectáreas de tierra y bosque existe mucha dispersión.

Tabla 7. Estadística descriptiva relativa al VEB, productividad y PSA.

Parámetros	PSA (\$ 2015)	VEB total(\$ 2015)	VEB por ha
Promedio	4.100.229,89	246.069.351,17	3.554.234,28
Mediana	3.779.220,50	226.753.224,00	3.565.330,00
Desviación estándar	2.316.544,66	138933485,10	1474921,81
Máximo	8.604.205,00	516.252.298,00	6.900.000,00
Mínimo	584.500,00	35.070.000,00	899.909,00

Fuente: El autor con datos de Aguilar & Marín (2015).

Se observa que el valor promedio del PSA es de \$4'100.300 donde se observa una alta dispersión que puede atribuirse al mismo comportamiento del VEB del cual depende de los criterios expuestos en la tabla 2.

7.2 ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO

A continuación se presentan los resultados del modelo econométrico por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO o OLS por sus siglas en inglés) y luego por Máxima Verosimilitud (MV) en las formas funcional modelo Box Cox.

Modelo de Lineal por Mínimos Cuadrados Ordinarios

Con los datos del proyecto se obtuvo la siguiente hoja plana, con la que solo se corrieron 18 observaciones, pues dos de ellas no contaron con información completa. Aunque el precio de las fincas depende de otras variables de estructura como las condiciones de la vivienda, adecuaciones, vías, servicios públicos, por principio de parsimonia y debido al número reducido de observaciones, se optó por ingresar en el modelo una única variable convencional (área de la finca en hectáreas) la cual es inherente al precio de la finca y cuatro variables relativas a la coberturas (bosque, pastos y cultivos) y al ingreso de la finca (productividad) (tabla 8).

Tabla 8. Organización de los datos en hoja plana.

No.	Precios	Ha	Bosque	Pasto	Cultivo	Productividad
1	60	40	12,00	25,00	1,00	1,31
2	30	25	10,00	13,50	0,50	0,40
...
18	65	50	19,50	30,00	0,50	1,48

Empleando el programa Excel se realiza el modelo lineal del cual se obtuvieron los primeros resultados como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Modelo lineal.

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación	R ²
	0,9748
R ² ajustado	0,9644
Error típico	9,4354

Observaciones 18

Análisis de Varianza

	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	41450,1217	8290,02434	93,1182022	3,571E-09
Residuos	14	1068,32273	89,0268943		
Total	17	42518,4444			

Coeficientes de variables

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	1,28058192	8,81590573	0,14525812	0,8869184
Ha	0,55731198	0,25647789	2,17294353	0,05052807
Bosque	0,8411088	0,40472607	2,07821749	0,05981148
Pasto	0,6049817	0,22161999	2,72981553	0,01827273
-				
Cultivo	1,01532309	2,85376683	-0,35578348	0,72817876
Productividad	1,0438641	6,50381799	0,1605002	0,87515726

Modelo Box Cox por estimador de Máxima Verosimilitud.

Para corroborar la forma funcional más adecuada se emplea el método de estimación de Máxima Verosimilitud a través del modelo Box Cox sin restricciones para observar si los parámetros Theta y Lambda tienen valores diferentes de 1 (ver tabla 10).

Tabla 10. Estimación de parámetros por Máxima Verosimilitud modelo Box Cox (lineal).

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
          Variables transformed by LAMBDA =    1.15014
HA          .1529196384      .20494917      .746   .4556   80.055556
BOSQUE     .3397578521      .34232262      .993   .3209   28.750000
PASTO     .2692408710      .21575963      1.248   .2121   45.069444
CULTIVO   .1675542338E-01   1.6611551      .010   .9920   1.0500000
PRODHA    .7738361722      3.5552557      .218   .8277   1.1169694
          Variables that were not transformed
    
```

Constant	13.29519444	12.644305	1.051	.2930
Variance and transformation parameters				
Lambda	1.150144481	.32170535	3.575	.0004
Theta	.9040395201	.27691743	3.265	.0011
Sigma-sq	25.03913830	59.296062	.422	.6728

Se observa que en el caso de que no se tratará de un modelo no lineal, el modelo Box Cox sin restringir tiene un nivel de significancia del 40% lo cual indica que el modelo lineal obtiene mejores estimadores lineales insesgados. Esto equivale e indicar que la mejor forma funcional para los datos empíricos es Box Cox $\theta = \lambda = 1$.

Determinación de la forma funcional. Para la elección de la forma funcional, en la tabla 11 se presentan las pruebas de hipótesis y los resultados de la razón de verosimilitud como lo plantea Gujarati, (1998) citado por Pardo (2005).

- 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 $\chi^2_{1} = 3.84146$.
- d. Criterio de decisión: como sucede que $\chi^2_{1gl} < \chi^2_{1gltabla}$, entonces no se puede rechazar la hipótesis nula indicando que no se descarta la función lineal.

Tabla 11. Pruebas de hipótesis sobre la forma funcional.

Modelo	Hipótesis	Ln de función de Verosimilitud	Estadístico	Conclusión respecto a Ho
Lineal	$H_0: \lambda = \Theta = 1$	Para λ y Θ	-62.2922	-28,2266
BCNR	$H_a: \lambda \neq \Theta \neq 1$	Para λ	-76.4055	-28,2266
	$H_a: \lambda \neq \Theta \neq 1$	Para Θ	-62.00214	0,58012

e. Conclusión: la función lineal es la forma funcional de mejor ajuste respecto de la Box Cox.

Interpretación del modelo econométrico lineal: validez teórica y estadística

Con los resultados de la forma funcional lineal se obtuvo el siguiente modelo empírico:

$$\text{Precio} = 1,280 + 0,5573 (\text{Area}) + 0,8410(\text{Bosq}) + 0,6049(\text{Past}) - 1,015 (\text{Cult}) + 1,0438(\text{Product})$$

Donde la interpretación es la siguiente:

El precio de las fincas es explicado por las variables Área, Bosque y Pastos; las variables cultivo y productividad no fueron estadísticamente relevantes. En cuanto al sentido de los coeficientes se obtuvo el signo esperado: la relación del tamaño del predio, las coberturas en bosque y pastos tienen una relación positiva con el precio de las fincas; es decir, a mayor tamaño y hectáreas de pastos y bosques, el precio de las fincas aumenta. El anterior resultado es relevante a un nivel de significancia $\alpha = 6\%$.

Esto indica que por cada hectárea que aumente una finca de la zona, su precio incrementará en \$557.300 en promedio. El precio de las fincas aumentará en \$842.00 por cada hectárea de bosque y aumentará en \$604.981 por cada hectárea de cultivo que se establezca.

Aunque las variables hectáreas en cultivo y productividad no fueron estadísticamente significativas, estas indicarían una relación negativa entre cultivos y precio de la finca con una DAPMg negativa de -\$1'015.000, lo que representa un costo de oportunidad de uso en los cultivos, debido a que estos son de pancoger o en esencia corresponde a una economía familiar. De manera contraria la productividad arrojó un coeficiente positivo, indicando que peso por hectárea que genere la finca por ingreso operativo, el precio de la finca podría aumentar en \$1'043.000. El modelo tiene un R^2 del 96% lo cual indica que la ecuación hallada explica en este porcentaje el comportamiento de los datos.

7.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La contribución económica de los servicios ambientales en el uso de las tierras en América latina se ha valorado esencialmente a través de los costos de oportunidad y la disponibilidad a pagar. A continuación se identifica cual es el comportamiento de la valoración realizada en la microcuenca La Arenoso frente a otras experiencias en Colombia y América Latina.

Como ya se indicó, la valoración contingente es un método que ayuda a determinar la disponibilidad a pagar total por los beneficios que otorga un recurso como medida de bienestar económico. En Pardo & Sanjinés (2014) se comentan experiencias de valoración de servicios ambientales donde citan el estudio de Sajurjo, (2001) quien estudió la valoración económica de servicios ambientales prestados ecosistemas de humedales en México por retención y prevención de desbordamientos donde se empleó la técnica de valoración contingente en complemento con el método de sistema de cuentas agroforestales; de igual forma, se comenta el estudio de Larqué-Saavedra et al (2004),

donde la disponibilidad a pagar como medida de bienestar económico por servicios ambientales derivados del bosque en México en promedio anual fue de \$272,9 (equivalentes a \$47.800 pesos colombianos a 2016) empleando también el método de valoración contingente. Este valor es superior al valor esperado por los usuarios en el caso del Arenoso; donde la población está dispuesta a pagar cerca de \$2.500 en el año. Aunque en el caso mexicano se trata de un humedal y en el Arenoso se trata del bosque con potencial para establecer pasturas para ganadería, en ambos casos se están valorando los servicios ambientales que proveen los bosques.

Para el caso colombiano el estudio de Escobar & Erazo (2006) encontró que para la valoración de servicios ambientales del bosque aplicando los métodos de valoración contingente se obtuvo una DAP total anual de \$4.981. La ventaja del método es que este contempla el valor económico total que incluye el valor de no uso. Para los resultados del Arenoso, la DAP también es inferior ($\$2.500 < \4.981).

En el estudio de Canesa (2000) citado en Uribe et al (2001, p 203), en Colombia se ha empleado la valoración contingente para el análisis del Parque Nacional de Chingaza, patrimonio mundial por ser uno de los principales ecosistemas productores de agua, donde empleando método de costos evitados (función daño) concluyó que los beneficios generados por el control de la erosión mediante la protección de la cobertura vegetal, produce ahorros relacionados con los costos de potabilización del agua para el consumo humano en la planta de tratamiento. En este mismo sentido, para éste estudio de la quebrada La Arenoso, la significancia estadística de la DAP Marginal (que fue positiva) por cada hectárea de la cobertura boscosa, puede interpretarse cómo la existencia de beneficios económicos generados por la conservación.

El estudio de Robledo (2003) en Guatemala sobre la valoración de Servicios Ambientales en sistemas agroforestales empleando costos evitados encontró que se aproximan a \$70.575, como el costo asociado al mantenimiento del embalse. Para el caso del estudio del convenio 064 de la microcuenca el Arenoso, el valor de la DAP hallado está entre \$2.000 a \$2.500, valor que es inferior a los casos observados en los estudios colombianos, esto

puede atribuirse a que el valor de las tierras y la productividad es inferior a la que presentan en promedio los predios del país. Así mismo, la existencia de una DAP marginal positiva hallada con el modelo de precios hedónicos está indicando que el bosque incide en el precio de las tierras para la zona de San Vicente del Caguán, corroborando que los servicios ecosistémicos que brindan los bosques ya se ven reflejados en el precio de la tierra.

De igual forma en el estudio de Barzev (2000, p 113-125) analizó la disposición a pagar de las comunidades para contribuir con el mantenimiento del bosque en un predio agropecuario dado los servicios ambientales que éste proporciona, donde se empleó el método de valoración contingente y se obtuvo una DAP total de \$56.484 dólares (Barzev, 2000, p 113-125).

De otro lado en el estudio Salgado (1996) de Honduras, de Barrantes & Castro (1998) de Costa Rica y de Artiaga (2000) en el Salvador, citados en Barzev (2002 pág 142 – 144) buscó determinar la DAP por el valor el agua proveniente de parques naturales, cuencas hídricas mediante el modelo de valoración contingente de los servicios de captación, producción y mantenimiento de la cuenca y valor económico del agua cuando se usa como recurso insumo para la producción.

En cuanto a la determinación de costos de oportunidad, en el estudio de Barzev (2000, p 108-112) sobre la valoración económica de la oferta y demanda hídrica del bosque en Costa Rica, se fundamentó en el enfoque de costo de oportunidad de uso de la tierra, identificando a la ganadería como responsable del cambio del uso del suelo, de bosque a pasto, donde el costo de la actividad ganadera se estimó en 53.000 colones por hectárea año (\$300.971,8 colombianos a 2016).

Ya en la determinación de los costos de oportunidad en el estudio de Borda, Moreno & Wunder (2010) de la Microcuenca el Chainá en Boyacá en Colombia, el promedio de costo de oportunidad calculado para el área en negociación fue en promedio de US\$161/ha/año, (\$489.375 pesos colombianos a 2016) pero el monto realmente pagado fue en promedio de

US\$249.9/ha/año (\$759.596 pesos colombianos a 2016). Estos autores relacionaron el valor de los PSA en otros países: U\$5 en Ecuador calculado los costos de oportunidad de la madera extraída y comercializada (\$15.198 pesos colombianos); U\$3 en Bolivia donde se realiza un pago en especie negociado con los proveedores (\$9.119); y el PSA en México de U\$35 promedio por bosque conservado (\$106.386).

De igual forma, la experiencia del Convenio 019 entre CAEM- Gobernación de Cundinamarca en 2013 en los municipios piloto (Villapinzón, Chocontá, Cogua, Zipaquirá, Sibaté, Bojacá, Tabio, San Antonio del Tequendama y Viotá) según Rojas & Suarez (2015), se determinó que los COP fueron de \$600.000 valor de PSA para un periodo de un año.

El costo de oportunidad para el uso del suelo en la quebrada La Arenoso se obtuvo un costo mínimo a pagar mensual de \$2'418.080 y el monto máximo fue de \$8.604.205, con un promedio en el pago PSA de \$3'833.198 mensual promedio por hectárea el cual es un valor muy alto al observado en los estudios citados; lo cual puede atribuirse al valor del bosque en maderas, hábitat de especies, productos no maderables del bosque. Cabe recordar que justo esta zona es la de mayor ritmo de deforestación en América Latina.

De otro lado, en materia de disponibilidad a pagar marginal en la zona, se tienen la experiencia de estudios en la zona de piedemonte amazónico de Florencia en Caquetá, Colombia, en el estudio de Ramírez (1998); Casa (2004) y Pardo (2005) quienes valoraron los predios agropecuarios ubicados en la zona de piedemonte y en la zona de frontera agropecuaria empleando el método de precios hedónicos para hallar la contribución de las variables ambientales en el precio de las tierras. Ramírez encontró que en los predios agropecuarios la disponibilidad a pagar marginal (DAPMg) por una hectárea de bosque otorga valor económico a las fincas ganaderas en \$274.000 a precios de 1997; es decir, que en la zona consolidada la conservación de cobertura boscosa representa utilidades por cuanto aumenta el precio de las tierras. En el estudio de Casas (2004) aunque se trató de predios urbanos, se destaca que las zonas inundables disminuyen el valor de los predios en cerca de \$8'000.000.

Por el contrario Pardo (2005) realizó un estudio similar al de Ramírez, pero esta vez en predios agropecuarios y en la zona de colonización, la cual incluyó tanto la zona demográficamente consolidada como la zona de frontera agropecuaria, donde encontró que la DAP marginal por hectárea de bosque fue negativa.

La DAP Marginal negativa hallada en este estudio fue de \$278.000 por una ha de bosque, es un valor cercano a un 1 smmlv de 2001 correspondiente a \$286.000. Esto puede interpretarse como el costo de oportunidad de no usar el área boscosa para desarrollar otras actividades ganaderas. De otro lado esta investigación encontró para la zona del proyecto convenio 064 que la disponibilidad a pagar marginal por una hectárea de bosque en la microcuenca La Arenoso es de \$841.000 indicando que por cada ha adicional que se tenga en bosque valoriza el precio de las fincas. Este valor hallado es superior al salario mínimo actual. Esta cifra es más consistente con las experiencias en Centro América y México, con el caso de Chainá y el convenio 019 en Cundinamarca. El valor positivo de la DAPMg indica que el bosque es valorado por la comunidad y esto se evidencia en el incremento que le genera al precio de la tierra. También equivale a decir que la comunidad reconoce la pérdida del servicio ambiental que ofrece el bosque ante su deterioro.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio identificó y encontró que los atributos área, hectáreas en bosque y hectáreas en pastos determinan el precio de los predios que participan en el convenio 064 en la zona de influencia de la quebrada La Arenoso. Las variables productividad por hectárea y hectáreas en cultivos no fueron estadísticamente relevantes en la determinación del precio. El modelo econométrico propuesto solo manejó solo cinco variables debido a que la muestra (predios de los beneficiarios) fue de 18 fincas. El modelo lineal fue la forma funcional de mejor ajuste para la función de precios hedónicos (R^2 de 96%) frente a la forma funcional Box Cox sin restringir.

La disponibilidad a pagar por una hectárea adicional de tierra en la zona es de \$557.300 en promedio. La disponibilidad a pagar por una hectárea de bosque es de \$841.000 indicando que por cada hectárea que se tenga en bosque aumenta el precio de las fincas en la zona. Para las pasturas la disponibilidad a pagar marginal es de \$604.490 muy acorde al salario mínimo vigente en Colombia. Los valores hallados son más altos que en los estudios en Centro y Sur América y Colombia específicamente, lo cual puede atribuirse a la vocación forestal y la importancia de los recursos y servicios ambientales en la zona.

Los resultados demuestran que existe un avance significativo en la percepción de los precios de la tierra frente a su aptitud de uso; al obtener una disponibilidad a pagar marginal más alta por hectárea de bosque en comparación a una hectárea de tierra, una hectárea en pastos y tener más representatividad que la hectárea de cultivos, evidencia que los precios de la tierra ya empiezan a reflejar parte del valor de los servicios ambientales inmersos en las diferentes coberturas, dando la posibilidad al establecimiento de figuras fiscales o instrumentos económicos para regular las actividades conforme con la vocación y aptitud de uso de los suelos.

Es importante recordar que los estudios proveen una orientación en materia de política ambiental, pero corresponde a la administración local, municipal y departamental, la

instauración y puesta en marcha de programas y proyectos dirigidos a proteger, conservar el ambiente y recursos naturales ante el aprovechamiento no sostenible y su impacto frente a los ecosistemas.

Se recomienda realizar estudios de valoración ambiental complementarios al método hedónico para hallar la medida de bienestar económico disponibilidad da pagar total y la variación compensada. Además, se pueden identificar otros servicios ambientales tales como captura de carbono y conservación de la biodiversidad, entre otros.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, V y MARÍN, A. (2015). Primeros pasos de pago por servicios ambientales en el departamento del Caquetá. Seminario de Fiscalidad Ambiental SIFA: Avances y perspectivas en el mundo. Universidad de la Amazonia, junio de 2015), págs 233 – 250, Florencia Caquetá, ISBN 978-958-8770-41-3.

ALVAREZ, F (Coord) et al. (2013). Árboles dispersos en potreros, en fincas ganaderas del piedemonte amazónico. Colciencias - Universidad de la Amazonia, Primera edición, Florencia. ISBN 978-958-8770-11-6; 107 pp.

AMARILLA, R. 2008. Informe País Paraguay. Pago por Servicios Ambientales en Áreas Protegidas, 9 págs.

ANDRADE, Hernán; MARÍN, Lina M y PACHÓN, Diana (2014). Fijación de carbono y porcentaje de sombra en sistemas de producción de Café (*Coffea arábica L.*) en el Líbano Tolima, Colombia. Bioagro 26(2): 127-132. Universidad del Tolima, Ibagué Colombia.

ANDRADE, H.J; SEGURA, D.S; CANAL, M; FERIA, J.J; ALVARADO, L.M; MARIN, D; y GOMEZ MJ. (2014). The carbón footprint of coffe production chains in Tolima, Colombia. Chapter 3. Sustainable agroecosystems in climate change mitigation. Wageningen Academic Publishers, ISBN 978-90-8686-788-2. (53 – 66).

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.

ARTUNDUAGA, L. & ESCOBAR, Y. (2016) Identificación del pago por servicios ambientales captura de carbono en sistemas ganaderos de la microcuenca La Mono en el municipio de Belén de los Andaquíes. Propuesta de Tesis de grado, Maestría en Tributación, Universidad de la Amazonia.

AZQUETA Oyarzun, Diego. (2007). Introducción a la Economía Ambiental. Edición McGrawHill, Madrid, Universidad de Alcalá de Henares, ISBN 9788448160586 pp 456.

BARZEV, Rodoslav (2002). Guía metodológica de valoración económica de bienes y servicios e impactos ambientales. (113 – 125 págs.) (136 – 137 págs). Corredor biológico Mesoamericano. Serie técnica 04. Managua Nicaragua.

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

BORDA, C; MORENO, R. y WUNDER, S. (2010). Pagos por servicios ambientales en marcha: la experiencia de la microcuenca de Chaina en el departamento de Boyacá, Colombia. Centro de Investigación Forestal Internacional (60 págs).

CASAS, A; VASQUEZ, L & OSORIO, M. (2004). Identificación de atributos que valoran la vivienda en la zona urbana del municipio de Florencia: aplicación de precios hedónicos. Proyecto de grado presentado para optar al título de especialistas en formulación y

evaluación de proyectos. Facultad de Ciencias Contables, Económicas y administrativas, Programa de especialización en formulación y evaluación de proyectos, Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá.

CAMACHO Antonieta & SOLANO Willian (2010). Nodo de Cooperación: Los Servicios Ambientales en Costa Rica. IICA, Costa Rica, ISBN 978-92-9248-232-9, 96 págs.

CARTSON, R (2012). Contigent valuation. A COMPREHENSIVE BIBLIOGRAPHY AND HISTORY Edward Elgar Publishing Ltd ISBN-13: 978-1840647556. 464 p.

CASTRO, R. & MOKATE, K. (1998). Evaluación económica y social de proyectos de inversión. Universidad de los Andes, Facultad de Economía, Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico CEDE, Banco Interamericano de Desarrollo BID, Edición Uniandes, Colombia, ISBN 958-9057-86-1.

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.

CAUSADO, Edwin; RODRIGUEZ, Rafael; BARCELÓ, Viana & JIMENEZ, Oscar. Estimación de un modelo hedónico para el precio de los predios en las áreas de Pozos Colorados, Bello Horizonte y Don Jaca de la ciudad de Santa Marta D.T.C.H, Colombia.

Revista CLIO América, Universidad del Magdalena, Colombia. Volumen II, Número 3, ISBN 2389-7848.

COAGROSELVA (Corporación agroambiental de la Selva) (2014). Informe final del Convenio 064. Validación de los PSA en la microcuenca La Arenoso. Proyecto de conservación y recuperación de áreas de importancia estratégica para los recursos hídricos que surten de agua al acueducto municipal, Gobernación del Caquetá.

CRISTECHE Estela y PENNA Julio (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales. Ediciones INTA ISBN 978-987-521-292-3 / ISSN 1851-6955 No. 3, Buenos Aires, Argentina.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DANE (2015). 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.

ENRÍQUEZ, Hernán; BARRETO, Carlos; CORREA, Carolina & CAMPO, Jacobo (2013). Precio del suelo y regalías en Colombia: un análisis espacial para los municipios productores de petróleo. Revista Desarrollo y Sociedad, Universidad de los Andes, Colombia.

ESCOBAR Luis Alfonso y ERAZO Alejandra (2006). Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente

y costo viaje. *Gestión y Ambiente* volumen 9, número 1 pp 25-38, Universidad Nacional de Colombia. ISSN 0124-177X.

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.

INFORME 2014. Conservación y recuperación de áreas de importancia estratégica para los recursos hídricos que surten de agua al acueducto de San Vicente del Cagúan. Gobernación del Caquetá, Alcaldía municipal y Coagroselva) 53 páginas.

GONZALEZ, M.A. (2012) *Pagos por Servicios Ambientales en la Lucha contra la Desertificación: Esquemas de Pagos por Servicios Ambientales*. ISBN-13: 978-3659003257, Editorial Académica Española, 136 págs.

GOYENECHÉ, 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.

GUJARATI, D. & PORTER, D. (2010). *Econometría Básica*. 5 ed. McGraw Hill, Santafé de Bogotá. ISBN 9786071502940.

GUZMAN, S (2010). Valoración de un sistema productivo agropecuario priorizado y su relación con los servicios ecosistémicos en la cuenca del río Otún. Tesis de magister en

Estudios Ambientales y Desarrollo Rural, Universidad Javeriana, Bogotá Colombia, 181 páginas.

HARTWICK John M & OLEWILER Nancy (1998). The economics of natural resource use. Addison-Wesley educational publishers, Inc. 431 pp. 97-8418.

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

LARQUÉ-SAAVEDRA Bertha Sofía; VALDIVIA Ramón, GUTIERREZ Fabián y ROMO José Luis (2004). Valoración Económica de los Servicios Ambientales del Bosque en Ixtapaluca, Estado de México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, Volumen 20 número 4, pp 193-202, ISS 0188-4999 Universidad Autónoma de México.

LOCATELLI, Bruno; ROJAS & SALINAS, Zenia (2008). Impacts of payments for environmental services on local development in northern Costa Rica: A fuzzy multi-criteria analysis. Forest Policy and Economics, Elsevier, pp.275-285.

LOZANO, Ricardo & SANTOS Luis Eduardo (2008). Factores que inciden en el precio de las tierras de uso agrícola en la provincia de Mares, departamento de Santander. Revista CIFE, No. 13. Universidad Santo Tomás, Colombia.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS) (2010). Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales. Viceministerio de Ambiente. Colombia, Recuperado en:

<https://www.crq.gov.co/Documentos/PLAN%20DE%20ACCION/Metodologia%20Estudios%20Ambientales.pdf>

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

MORENO DIAZ Mary Luz (2005). Pago por servicios ambientales, la experiencia en Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO, Costa Rica

MUÑOZ, J (2007). Contribución a la sostenibilidad de los núcleos familiares asentados en fincas del piedemonte amazónico colombiano. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”, La Habana.

ORJUELA, J.A. (2016). Valoración socio-económica del almacenamiento de carbono como insumo para la planificación del territorio de una zona piloto en Caquetá. Propuesta de tesis doctoral en el programa de Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sostenible, Universidad de la Amazonia, Colombia, Caquetá, Florencia.

ORJUELA-CHAVES, José Alfredo, ANDRADE Hernán y VARGAS Yeraldine (2014). Potential of carbón storage of rubber (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg) plantations in monoculture and agroforestry systems in the colombian amazon. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17, 231 – 40 p.

PAGIOLA, S. & PLATAIS, G., 2007. Payments for Environmental Services: From Theory to Practice. World Bank, Washington.

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

PLAN DE DESARROLLO PARTICIPATIVO, (2012 – 2015), El cambio está en marcha y usted hace parte de él. Alcaldía de San Vicente del Cagúan, Alcalde, Domingo Emilio Pérez Cuellar (337 págs.)

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (2015). PMA para la quebrada La Arenoso. Gobernación del Caquetá - Alcandía de San Vicente del Cagúan (40 págs).

PLAN DE DESARROLLO TERRITORIAL DE SANVICENTE DEL CAGÚAN. (PDT de San Vicente del Cagúan, 2016 – 2019). Unidos somos más, por un San Vicente seguro y democrático. Alcaldía del Municipio de San Vicente del Cagúan, Caquetá.

PARDO, Y.Y. (2016). Valoración de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios en la zona de piedemonte amazónico. Propuesta de tesis doctoral en el programa de Doctorado en Ciencias Naturales y Desarrollo Sostenible, Universidad de la Amazonia, Colombia, Caquetá, Florencia.

PARDO, Y.Y. & ORJUELA, J.A (2016). Determinación de los costos de oportunidad de uso del suelo relativo al Servicio ambiental Almacenamiento de Carbono en el área de influencia de la microcuenca quebrada La Mono en el municipio de Belén de los Andaquíes. Proyecto de Investigación, Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados, Universidad de la Amazonia.

PARDO, Y.Y. (2005) Valoración ambiental de predios agropecuarios en la zona de colonización del Caquetá, ubicados en paisaje de Lomerío y Vega de Rio. Tesis del programa de maestría en Economía del Ambiente y Recursos Naturales, Universidad de los Andes, Bogotá D.C.

PARDO, Yelly Yamparli, ANDRADE, Milton Cesar & HERMOSA, Dennyse. (2012). Evaluación Económica de políticas y proyectos: métodos alternativos y estudios de caso. ISBN 978-958-8770-03-1, 176 páginas, FERIVA, Cali Colombia.

PARDO, Yelly Yamparli, & SANJINES, G.N. (2014). Valoración Económica de servicios ambientales en sistemas agroforestales en América Latina. Revista de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Administrativas FACCEA, Universidad de la Amazonia, Volumen 4, Número 2, ISSN 1657-9553.

PETERS, Michael et al (2013). Challenges and opportunities for improving eco-efficiency of tropical forage-based systems to mitigate greenhouse gas emissions. Centro Internacional de Agricultura CIAT, Cali, Colombia.

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

POLO, L.A (2016). Valoración de la sustentabilidad de servicios ambientales en Parque Nacional Natural Fragua Indi Wasi. Trabajo de grado Maestría en Sistemas Sostenibles de Producción, Universidad de la Amazonia.

RAMIREZ, B; ESTRADA, C.A; RODRIGUEZ, G; MUÑOZ, J. & GUAYARA, Á. (2004). Aporte al conocimiento y sostenibilidad de la Amazonia Colombiana. Universidad de la Amazonia, Centro de Investigación y Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Producción Amazónica, Grupo de Investigación en Sistemas Agroforestales Pecuarios Amazónicos, Grupo de Investigación en Acuicultura Amazónica y Grupo de Investigación de Fauna Silvestre. ISBN 958-97-2703-4, 221 páginas, FERIVA, Cali, Colombia.

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.

ROJAS, F & SUAREZ, F. (2015). Cuidar el ambiente paga: Pagos por servicios ambientales, una experiencia innovadora. Seminario de Fiscalidad Ambiental SIFA: Avances y perspectivas en el mundo. Universidad de la Amazonia, junio de 2015), págs 90 – 97, Florencia Caquetá, ISBN 978-958-8770-41-3.

ROBLEDO Walter Irene (2003). Pago de Servicios Ambientales para la implementación de sistemas agroforestales en áreas críticas de las cuencas generadoras de energía eléctrica María Linda y Los Esclavos, Guatemala. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, escuela de posgrado. Costa Rica.

RODRÍGUEZ, Aida Jackelin (2008). Fundamentos del uso de instrumentos fiscales en la política ambiental. Oficina de Estudios Económicos DIAN, Colombia.

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.

SAJURJO, Enrique (2001). Valoración económica de servicios ambientales prestados ecosistemas: humedales en México. Instituto Nacional de Ecología, Dirección General en Investigación en Política y Economía Ambiental. Instituto Nacional de Ecología.

SOMARRIBA et al (2013). Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central América. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, Elsevier 173; 43-57.

TIERRA VIVA (2013). Plan de Manejo del Parque Municipal Natural Portal La Mono, Municipio Belén de los Andaquíes, Administración municipal, Caquetá, Colombia

URIBE, E; MENDIETA, J; RUEDA, H. & CARRIAZO, F. (2003). Introducción a la valoración ambiental y estudios de caso. CEDE – COLCIENCIAS – Ediciones, Uniandes. Bogotá, Colombia.

10. ANEXOS

a. Salida modelo lineal.

Modelo lineal por Limdep

```

+-----+
| Ordinary least squares regression Weighting variable = none |
| Dep. var. = PRECIOS Mean= 97.44444444 , S.D.= 50.01084850 |
| Model size: Observations = 18, Parameters = 6, Deg.Fr.= 12 |
| Residuals: Sum of squares= 1068.322731 , Std.Dev.= 9.43541 |
| Fit: R-squared= .974874, Adjusted R-squared = .96440 |
| Model test: F[ 5, 12] = 93.12, Prob value = .00000 |
| Diagnostic: Log-L = -62.2922, Restricted(b=0) Log-L = -95.4468 |
| LogAmemiyaPrCrt.= 4.777, Akaike Info. Crt.= 7.588 |
| Autocorrel: Durbin-Watson Statistic = 1.90231, Rho = .04884 |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |t-ratio |P[|T|>t] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Constant 1.280581921 8.8159057 .145 .8869
HA .5573119807 .25647789 2.173 .0505 80.055556
BOSQUE .8411087979 .40472607 2.078 .0598 28.750000
PASTO .6049817050 .22161999 2.730 .0183 45.069444
CULTIVO -1.015323088 2.8537668 -.356 .7282 1.0500000
PRODHA 1.043864098 6.5038180 .161 .8752 1.1169694

```


b. Salidas de modelos Box Cox sin restringir

```

+-----+
| Box-Cox Nonlinear Regression Model |
| Maximum likelihood estimator      Heteroscedasticity:W(i) = ONE |
| Number of iterations completed = 101 |
| Dep. var. = PRECIOS Mean= 97.44444444 , S.D.= 50.01084850 |
| Model size: Observations = 18, Parameters = 6, Deg.Fr.= 12 |
| Residuals: Sum of squares= 450.7044895 , Std.Dev.= 5.00391 |
| Fit: R-squared= .989989, Adjusted R-squared = .99054 |
| (Note: Not using OLS. R-squared is not bounded in [0,1] |
| Model test: F[ 5, 12] = 237.33, Prob value = .00000 |
| Diagnostic: Log-L = -54.5249, Restricted(b=0) Log-L = -95.4468 |
| LogAmemiyaPrCrt.= 3.508, Akaike Info. Crt.= 6.725 |
| Transformations: RHS = Lambda , LHS = Theta |
| Elasticities have been kept in matrix EPSILON |
| Log-likelihood accounting for the LHS transformation = -62.20530 |
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable | Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z] | Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

Variables transformed by LAMBDA = 1.15014

HA	.1529196384	.20494917	.746	.4556	80.055556
BOSQUE	.3397578521	.34232262	.993	.3209	28.750000
PASTO	.2692408710	.21575963	1.248	.2121	45.069444
CULTIVO	.1675542338E-01	1.6611551	.010	.9920	1.0500000
PRODHA	.7738361722	3.5552557	.218	.8277	1.1169694

Variables that were not transformed

Constant	13.29519444	12.644305	1.051	.2930	
----------	-------------	-----------	-------	-------	--

Variance and transformation parameters

Lambda	1.150144481	.32170535	3.575	.0004
Theta	.9040395201	.27691743	3.265	.0011
Sigma-sq	25.03913830	59.296062	.422	.6728

```

+-----+
| Marginal Effects for Box-Cox |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Variable | Mean    | Coeff.  | Slope   | Elast.  |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| HA       | 80.0556 | .1529   | .4566   | .3895   |
| BOSQUE  | 28.7500 | .3398   | .8699   | .2665   |
| PASTO   | 45.0694 | .2692   | .7375   | .3542   |
| CULTIVO | 1.0500  | .0168   | .0261   | .0003   |
| PRODHA  | 1.1170  | .7738   | 1.2166  | .0145   |
| ONE     | 1.0000  | 13.2952 | 20.5574 | .2191   |
+-----+-----+-----+-----+-----+
    
```